

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA  
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA FINANČÍ

Posouzení vlivu hedgingových strategií na celkové cash flow podniku

Evaluation of the impact of hedging strategies on the company's cash flow

Student: Bc. Markéta Jarotková

Vedoucí diplomové práce: Ing. Tomáš Tichý, Ph.D.

Ostrava 2011

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Ekonomická fakulta  
Katedra financí

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Markéta Jarotková**  
Studijní program: N6202 Hospodářská politika a správa  
Studijní obor: 6202T010 Finance  
Specializace: 00 Finance  
Téma: Posouzení vlivu hedgingových strategií na celkové cash flow podniku  
The impact of hedging strategies on the company's cash flow

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
  2. Význam hedgingu ve firemních financích
  3. Metody hedgingu a jejich dopad na cash flow podniku
  4. Aplikace vybraných metod ve výrobním podniku
  5. Závěr
- Seznam použité literatury  
Seznam zkratk  
Prohlášení o využití výsledků diplomové práce  
Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:

DUBOFSKY, D. A.; MILLER, T. W. *Derivatives. Valuation and Risk Management*. 1st ed. New York: Oxford University Press, 2003. 646 s. ISBN 0-19-511470-1.  
HULL, J.C. *Options, Futures and Other Derivatives*. 6th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2005. 744 s. ISBN 0-13-149908-4.  
STULZ, R. M. *Risk management & Derivates*. 1st ed. Mason: Thomson, 2003. 676 s. ISBN 0-538-86101-0.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Tomáš Tichý, Ph.D.**

Datum zadání: 26.11.2010  
Datum odevzdání: 29.04.2011

Ing. Iveta Ratmanová, Ph.D.  
vedoucí katedry



prof. Dr. Ing. Dana Dluhošová  
děkanka fakulty

Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou práci, včetně všech příloh, vypracovala samostatně.

V Ostravě dne 29. 4. 2011

.....

Markéta Jarotková

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Význam hedgingu ve firemních financích.....</b>	<b>9</b>
2.1	Obecná charakteristika derivátů .....	11
2.2	Základní parametry finančních derivátů .....	13
2.3	Druhy finančních derivátů .....	13
2.3.1	Forwardy .....	14
2.3.2	Futures .....	15
2.3.3	Swapy .....	16
2.3.4	Opce .....	17
2.4	Stochastické procesy.....	28
2.4.1	Wienerův proces.....	28
2.4.2	Brownův proces.....	29
2.4.3	Itôův proces .....	31
2.4.4	Lévyho modely.....	32
<b>3</b>	<b>Metody hedgingu a jejich dopad na cash flow podniku .....</b>	<b>35</b>
3.1	Zajištění měnového rizika .....	37
3.1.1	Měnová expozice.....	37
3.1.2	Interní a externí hedging .....	40
3.2	Ocenění měnových derivátů .....	41
3.2.1	Ocenění měnového forwardu .....	42
3.2.2	Ocenění opcí na měnu .....	44
3.3	Částečný hedging.....	49
3.3.1	Quantile hedging .....	50
3.4	Pasivní strategie .....	52
<b>4</b>	<b>Aplikace vybraných metod ve výrobním podniku .....</b>	<b>53</b>
4.1	Simulace Monte Carlo .....	55
4.1.1	Simulace Monte Carlo na základě GB procesu.....	58
4.1.2	Simulace Monte Carlo na základě VG procesu.....	59

4.2	Zajištění forwardem.....	60
4.2.1	Ocenění forwardu .....	60
4.2.2	Efekt z forwardu.....	61
4.3	Pasivní strategie.....	63
4.3.1	Efekt z pasivní strategie .....	63
4.4	Zajištění put opcí .....	64
4.4.1	Ocenění put opce .....	65
4.4.2	Efekt z put opce.....	65
4.5	Zajištění short range forwardem.....	67
4.5.1	Ocenění short range forwardu .....	67
4.5.2	Efekt z short range forwardu.....	68
4.6	Quantile hedging.....	70
4.6.1	Ocenění opcí při 20% kapitálu .....	70
4.6.2	Efekt z quantile hedgingu při 20% kapitálu .....	71
4.6.3	Ocenění opcí při 40% kapitálu .....	72
4.6.4	Efekt z quantile hedgingu při 40% kapitálu .....	73
4.6.5	Ocenění opcí při 60% kapitálu .....	75
4.6.6	Efekt z quantile hedgingu při 60% kapitálu .....	76
4.7	Hodnocení aplikovaných hedgingových strategií.....	77
4.7.1	Hodnocení strategií dle vybraných kritérií .....	77
4.7.2	Hodnocení strategií dle vztahu výnos – riziko .....	81
4.7.3	Hodnocení strategií dle vztahu investora k riziku .....	81
4.7.4	Hodnocení strategií dle nároků na vstupní kapitál .....	82
4.7.5	Hodnocení efektivity zajištění z hlediska Hedge Accounting.....	82
<b>5</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>86</b>
	<b>Seznam použité literatury.....</b>	<b>88</b>

## Seznam zkratk

## Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

## Seznam příloh

# 1 Úvod

Měnové riziko je jedním z mnoha druhů finančních rizik, kterým jsou podnikatelské subjekty vystaveny, zejména při provozování své činnosti na mezinárodní úrovni. Význam hedgingu neboli zajištění proti tomuto riziku podstatně vzrostl v souvislosti s přechodem české koruny z režimu pevného měnového kurzu na řízený floating v roce 1997.

V současné době je měnové riziko díky zvyšující se internacionalizaci obchodních aktivit jedním z nejčastěji řízených rizik. V případě ponechání tohoto rizika nekrytého má kolísání devizových kurzů nepříznivé dopady na hospodářské výsledky firmy, což může v konečném důsledku ohrozit i konkurenceschopnost podniku. Jedením z hlavních přínosů zajištění je stabilizace firemních peněžních toků, což vede k poklesu volatility hospodářského výsledku a snižuje tak míru nejistoty ohledně budoucí finanční situace podniku. Rozhodnutí managementu ohledně hedgingu měnového rizika je jako takové investory vnímáno pozitivně a přispívá tak k růstu hodnoty firmy.

Tato diplomová práce bude zaměřena na zajištění měnového rizika ve vybrané výrobní společnosti, jejíž podstatná část produkce je směřována na export. Při aplikaci zvolených hedgingových strategií bude vycházeno ze současného stavu řízení měnového rizika v této společnosti, přičemž bude zajišťováno celé období obchodního roku 2009/2010.

Cílem diplomové práce je posouzení vlivu zvolených hedgingových strategií na celkové cash flow podniku za daný obchodní rok. Aplikovány jsou strategie na bázi finančních derivátů, které zahrnují forward, put opci, range forward, quantile hedging a pasivní strategii.

Diplomová práce je strukturována do tří kapitol, z nichž úvodní je věnována samotné podstatě a významu hedgingu při finančním řízení podniku. V této kapitole je dále charakterizována a rozvinuta problematika finančních derivátů a na závěr je vysvětlen princip simulace náhodného vývoje finančních aktiv, přičemž pozornost je věnována především geometrickému Brownovu procesu a Variance gama procesu, na jejichž základě bude simulace provedena.

V následující kapitole je uvedeno členění metod hedgingu z několika úhlů pohledu a poté je charakterizováno samotné měnové riziko a s ním související měnová expozice. Podstatná část této kapitoly je pak zaměřena na ocenění finančních derivátů, které je

nezbytným východiskem pro aplikaci vybraných hedgingových strategií a zároveň je provedena detailnější charakteristika těchto strategií.

Obsahem závěrečné kapitoly je aplikace vybraných hedgingových strategií na reálných podmínkách zvolené společnosti. Nejprve je nastíněna současná strategie řízení měnového rizika v této společnosti, přičemž jsou uvedeny vstupní údaje nezbytné pro tyto strategie. Následně je nasimulován vývoj měnového kurzu s použitím metody Monte Carlo, které je v první řadě provedeno na bázi geometrického Brownova procesu a pro srovnání pak také na bázi Variance Gama procesu. Na základě poznatků z předchozí kapitoly jsou pak oceněny jednotlivé deriváty a stanoven efekt z těchto strategií na úrovni jednotlivých měsíců a v konečném důsledku je získán vliv na celkové cash flow za obchodní rok 2009/2010.

Každá strategie je zpracována ve dvou variantách podle typu podkladového procesu, přičemž primární je varianta vycházející z geometrického Brownova procesu, k níž se také vztahují veškeré dílčí výpočty. Varianta s Variance gama procesem slouží především pro srovnání, a proto je uveden pouze výsledný efekt. Na závěr je provedeno porovnání a hodnocení strategií podle zvolených kritérií.

Veškeré výpočty a grafické výstupy této diplomové práce jsou zpracovány v programu Wolfram Mathematica.

## 2 Význam hedgingu ve firemních financích

Každý podnikatelský subjekt je při provozování své činnosti vystaven různým druhům rizik, které plynou ze změn podmínek okolního prostředí, jehož je součástí. Odstranění všech těchto rizik je prakticky nemožné, ale jejich vhodným řízením, lze u mnoha z nich dosáhnout výrazného snížení. Jedním z takových druhů rizik je riziko finanční, které lze definovat jako potenciální ztrátu podniku vyplývající z jeho finančních aktivit. Právě eliminace finančních rizik je nazývána hedgingem.

Hedging je prováděn prostřednictvím finančních derivátů, což jsou specifické finanční instrumenty umožňující redukovat riziko nepříznivého vývoje finančního aktiva. Princip derivátových trhů spočívá v přenesení rizika na subjekty, které jsou ochotny toto riziko převzít. Jedná se o finanční instituce, které byly vytvořeny za účelem obchodování s rizikem a jeho následným řízením.

Snahou podniku je tedy pomocí hedgingu eliminovat riziko nepříznivého dopadu pohybů cen komodit, akcií, měnových kurzů či úrokových měr na hospodářské výsledky firmy. Výsledný pokles volatility zisku má za následek nižší náklady kapitálu, vyšší poptávku po firemních akciích a přispívá také k růstu tržní hodnoty firmy, což je obecně cílem každého podnikatelského subjektu.

Je mnoho důvodů, proč by se měly podnikatelské subjekty zabývat řízením finančních rizik, dále budou zmíněny některé z nich, jak je uvádí Dubofsky a Miller (2003). Jedním z nich je možnost **snížení nákladů finanční tísně**. Hodnota firmy je vyjádřena jako současná hodnota budoucích očekávaných peněžních toků, přičemž v každém budoucím okamžiku existuje určitá pravděpodobnost, že ty skutečné se od těch očekávaných budou lišit a firma nebude schopna plnit své závazky. Se zvyšující se zadlužeností se začínají projevovat náklady finanční tísně, což může vést až k úpadku firmy a vzniku tzv. nákladů bankrotu.

Do nákladů finanční tísně patří všechny přímé a nepřímé náklady, které plynou ze špatné finanční situace firmy. Mezi přímé náklady se řadí účetní výdaje a právní výdaje, neboli poplatky právníkům a expertům, které musí podnik v této situaci uhradit. Nepřímé náklady zahrnují zvýšené úroky, které jsou věřiteli požadovány jako kompenzace vyššího rizika, snížení poptávky po produktech firmy s finančními problémy, snížení hodnoty majetku



firmy nacházející se v úpadku či nevyužití investičních příležitostí z důvodu nemožnosti získání cizích zdrojů na jejich financování.

Pomocí hedgingu je dosahováno nižší volatility firemních peněžních toků, což vede ke snížení pravděpodobnosti vzniku finančních obtíží, a proto jsou i nižší očekávané náklady finanční tísně.

Stabilnější peněžní toky jsou věřiteli vnímány jako určitá záruka ohledně finanční budoucnosti firmy, a proto se jí nebojí poskytnout vyšší úvěry, díky čemuž se zvyšuje **firemní dluhová kapacita**. Tato situace se pozitivně promítne do daňového štítu, čímž v konečném důsledku dochází ke **snížení daní** ze zisku a růstu hodnoty firmy.

Z jiného úhlu pohledu lze hedging považovat za nástroj, díky němuž se **zvyšuje pravděpodobnost uskutečnění atraktivních investic**. Toto tvrzení vychází z předpokladu, že vlastní zdroje financování jsou levnější než jakýkoliv cizí kapitál. V případě, že budoucí peněžní toky budou neočekávaně nízké, může být firmě odepřen přístup na kapitálové trhy, čímž se cizí zdroje stanou nedostupnými, a tudíž nelze realizovat nové investice. Pomocí opatření risk managementu je snížen rozptyl budoucích peněžních toků, což snižuje pravděpodobnost, že firma bude nucena využívat nákladný cizí kapitál. Současně se zvyšuje pravděpodobnost, že podnik bude mít dostatek interně generovaných peněžních toků na uskutečňování nových investic.

Dalším důvodem, proč zajištění v podniku provádět je **nižší nákladnost pro firmy než pro jednotlivce**. Požadované obchodní provize či záruky budou pravděpodobně nižší pro firmy než pro individuální investory. Některé nástroje sloužící k zajištění (např. swapy) jsou dostupné pouze velkým korporacím a jednotliví investoři je nemohou využít nebo jsou příliš drahé, případně nejsou dostatečně vzděláni v oblasti nástrojů zajištění.

Podniky mohou mít také **lepší přístup k informacím než jednotlivci**, díky čemuž může efektivněji řídit svá rizika. To platí především u cen produktů, neboť firma, která daný produkt využívá ve své podnikatelské činnosti, bude mít přesnější informace než individuální investor. Tato informační převaha je dána větší kvalitou i kvantitou prostředků, jenž má podnik k dispozici.

Jak již bylo zmíněno, zajištění je prováděno zejména prostřednictvím finančních derivátů, a proto bude v následujících kapitolách osvětlena jejich podstata.

## 2.1 Obecná charakteristika derivátů

Vznik derivátů se datuje do poloviny 19. století, kdy byly založeny dlouhodobě největší derivátové burzy na světě Chicago board of trade (CBOT) a Chicago mercantile exchange (CME). Původně se na těchto burzách obchodovalo pouze s komoditními deriváty zejména na zemědělské plodiny, ale v důsledku expanze finančních derivátů v 70. a 80. letech 20. století tento podíl rapidně poklesl.

Motivem vzniku a takto prudkého rozvoje finančních derivátů byla nestabilita finančních trhů v tomto období, která se vyznačovala zvýšenou volatilitou úrokových sazeb, kursů měn i cenných papírů. Tato nestabilita vedla k nárůstu rizika pro všechny subjekty na finančních trzích, jejichž snahou bylo se proti zvýšenému riziku zajistit.

Za historicky nejmladší skupinu derivátů jsou považovány povětrnostní deriváty, jejichž vznik je datován na konec 90. let 20. století.

Jako *deriváty* jsou označovány proto, že jejich hodnota je *odvozena* (derivována) z ceny podkladového aktiva. Takovým podkladovým aktivem mohou být měnové kurzy, ceny akcií a komodit, úrokové míry atd.

Podstatou finančních derivátů je určitá forma **termínovaného obchodu**, jenž se vyznačuje časovým nesouladem mezi sjednáním obchodu a jeho vypořádáním. V případě, že sjednání obchodu a jeho plnění je uskutečněno ve stejný časový okamžik, jedná se o promptní resp. **spotový obchod**.

Jak již bylo zmíněno, pomocí derivátů dochází k eliminaci finančních rizik. Finančním rizikem je myšlena potenciální ztráta subjektu vyplývající z daného finančního či komoditního nástroje nebo portfolia. Finanční rizika je dle Jílka (2002) možné členit do pěti kategorií.

- *Úvěrové riziko* – je riziko vyplývající ze selhání dlužníka, tedy že nedostojí svým závazkům dle sjednaných podmínek kontraktu, a tím způsobí věřiteli ztrátu.
- *Tržní riziko* – je rizikem ztráty ze změn tržních cen finančních či komoditních nástrojů v důsledku nepříznivého vývoje úrokových měr, cen akcií, cen komodit a měnového kurzu.

- *Likvidní riziko* – může mít dvě podoby a to riziko financování, které souvisí s momentální platební neschopností, a riziko tržní likvidity vyplývající z malé likvidity trhu s finančními nástroji.
- *Operační riziko* – je riziko ztráty způsobené selháním lidského faktoru či technických systémů.
- *Obchodní riziko* – je rizikem souvisejícím s právní povahou kontraktu, reputací subjektu, daňovými změnami, přírodními katastrofami či regulačními opatřeními.

Deriváty představují nástroj řízení **tržního a úvěrového rizika**. Finanční rizika jsou dále rozlišována podle toho, jakým způsobem mohou být eliminována na systematická a nesystematická rizika.

- *Nesystematické* (specifické, jedinečné) riziko je specifické pro dané aktivum a je možné jej odstranit vytvořením portfolia s větším počtem aktiv neboli diverzifikací.
- *Systematické* (tržní, faktorové) riziko vyplývá ze změn v celkovém ekonomickém vývoji a postihuje všechny subjekty na trhu a lze jej eliminovat právě pomocí **hedgingu**.

Podle duhu rizik a kategorií tržního rizika je možné finanční deriváty dělit na **úrokové, akciové, komoditní, měnové a úvěrové deriváty**. Tyto kategorie derivátů také korespondují s členěním dle podkladového aktiva, přičemž lze tento výčet ještě doplnit o netradiční nefinanční deriváty jako **deriváty na počasí** či **energetické deriváty**.

Také lze deriváty charakterizovat podle struktury trhu, na němž jsou obchodovány. S některými deriváty je možné obchodovat na **organizovaných trzích** neboli burzách, jedná se především o kontrakty, které jsou standardizovány z důvodu dostupnosti a atraktivnosti pro širší skupinu tržních subjektů. K obchodování s ostatními deriváty dochází na **OTC** (over-the-counter) **trzích** neboli přes přepážku. Na těchto trzích se obchoduje s kontrakty, v kterých jsou zakomponovány konkrétní požadavky účastníků transakce, což vede k vyššímu objemu obchodů, než jaké jsou realizovány na burzách.

Trhy s deriváty jsou mimořádně úspěšné, neboť se zde vyskytuje mnoho různých typů obchodníků, kteří jsou ochotni k uzavírání kontraktů, což dává trhům potřebnou likviditu. Důvody vstupu obchodníků na derivátové trhy mohou být odlišné a patří mezi ně zejména spekulace, zajištění a arbitráž. Snahou **spekulantů** je profitovat na předpokládaném vývoji

cen podkladových aktiv. **Zajišťovatelé** používají deriváty ke snížení rizika z potenciálního nepříznivého pohybu cen finančních instrumentů a **arbitrážéři** se snaží nalézt ziskové příležitosti s nulovým rizikem, tedy identifikovat možnost arbitráže v čase či místě.

## 2.2 Základní parametry finančních derivátů

S finančními deriváty je spojeno několik specifických parametrů, které je pro pochopení této problematiky nezbytné charakterizovat.

**Podkladové aktivum  $S$**  je náhodná veličina, z jejíž ceny je odvozena cena finančního derivátu. Takovým finančním aktivem je obvykle cena akcie, cena obligace, kurz měny, cena komodity či úroková sazba.

**Realizační cena  $X$**  je předem dohodnutá částka, za kterou si účastníci kontraktu v budoucnu koupí resp. prodají podkladové aktivum.

**Doba do zralosti  $\Delta t = T - t$**  je doba, na níž je kontrakt sjednán, přičemž  $T$  je moment realizace a  $t \in \langle 0; T \rangle$ .

**Cena derivátu  $f$**  je částka, kterou platí kupující prodávajícímu v okamžiku uzavření kontraktu.

**Vnitřní hodnota  $VH$**  neboli výplatní funkce je efekt, který plyne kupujícímu resp. prodávajícímu při vypořádání kontraktu bez ohledu na výdaje resp. příjmy, které jsou s uzavřením kontraktu spojeny.

**Zisk** (ztráta) je celkový efekt, který plyne kupujícímu resp. prodávajícímu při vypořádání kontraktu při zohlednění výdajů resp. příjmů, které jsou s uzavřením kontraktu spojeny.

## 2.3 Druhy finančních derivátů

Dle druhu se deriváty člení na **termínové** a **opční kontrakty**. Jako *termínový* je označován kontrakt, k jehož vypořádání dojde k určitému budoucímu okamžiku. Mezi termínové kontrakty jsou řazeny **forwardy**, **futures** a **swapy**. Tyto kontrakty se vyznačují oboustranně symetrickým vztahem mezi stranami kontraktu, což znamená, že vlastník derivátu má povinnost koupit a prodejce derivátu povinnost prodat podkladové aktivum

v daný budoucí okamžik za předem stanovenou cenu. Vzhledem k tomuto symetrickému vztahu jsou forwardy, futures a swapy označovány jako **lineární finanční deriváty**.

Mezi *opční* kontrakty patří různé druhy **opcí**, které jsou charakteristické tím, že kupujícímu derivátu dávají právo se rozhodnout, zda bude opce uplatněna či nikoliv. Oproti tomu prodávající má povinnost splnit požadavky kupujícího. Z důvodu tohoto nesymetrického vztahu mezi stranami kontraktu jsou opce **nelineárními finančními deriváty**.

### 2.3.1 Forwardy

Obecně lze forwardy definovat jako dohodu o budoucí směně podkladového aktiva za předem známou cenu. S forwardy je obchodováno na OTC trzích, čímž je umožněno zahrnutí konkrétních požadavků stran kontraktu. Zároveň je s tím spojeno větší kreditní riziko neboli riziko, že protistrana nedostojí svým závazkům, neboť zárukou je zde pouze dobré jméno obchodníka.

Účastníci kontraktu se mohou nacházet buď v krátké, nebo dlouhé pozici. Vlastník forwardu je v **dlouhé pozici** a má povinnost koupit podkladové aktivum dle sjednaných podmínek. V **krátké pozici** se nachází výstavce kontraktu a má povinnost prodat podkladové aktivum dle podmínek kontraktu.

Výplatní funkce neboli efekt plynoucí držiteli forwardu z dlouhé (long) pozice v době zralosti je dán následujícím vztahem:

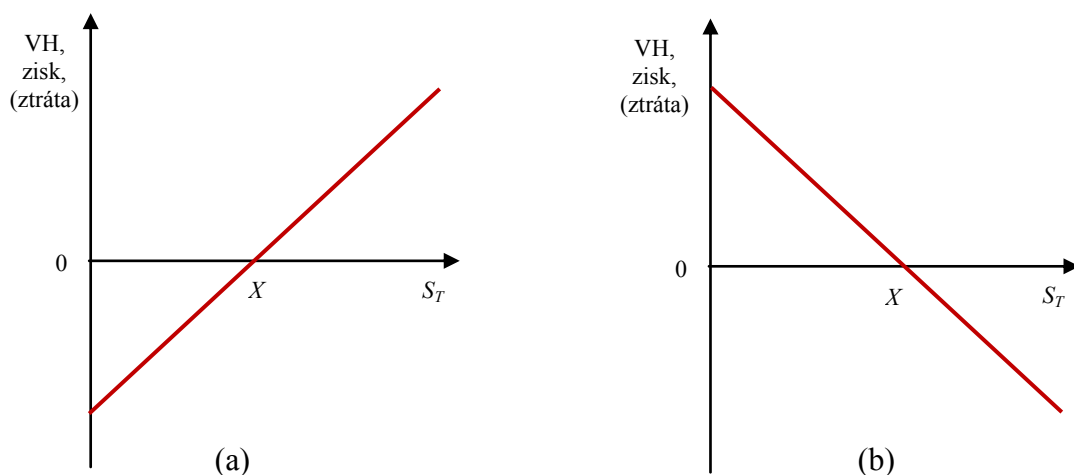
$$VH_T^{long} = S_T - X. \quad (2.1)$$

Pro krátkou (short) pozici má vnitřní hodnota následující tvar:

$$VH_T^{short} = X - S_T, \quad (2.2)$$

kde  $VH_T$  je vnitřní hodnota forwardu v době zralosti,  $X$  je realizační cena a  $S_T$  je cena podkladového aktiva v době zralosti.

U forwardu jsou podmínky sjednávány tak, aby jeho výchozí hodnota byla nulová, tj.  $F_{t,T} = 0$ , proto zde platí rovnost  $VH = zisk$ . Graficky je výplatní funkce resp. zisk (ztráta) pro dlouhou a krátkou pozici znázorněna na obrázku 2.1.



**Obr. 2.1** Výplatní funkce forwardu pro (a) dlouhou pozici a (b) pro krátkou pozici

Z obrázku 2.1 je zřejmé, že v případě dlouhé pozice je peněžní tok kladný, pokud  $S_T > X$ . Tato situace souvisí s očekáváním kupujícího podkladového aktiva ohledně růstu jeho ceny.

Pokud subjekt očekává, že cena podkladového aktiva bude klesat, zaujme krátkou pozici ve forwardu a při  $S_T < X$  realizuje zisk, v opačném případě ztrátu.

### 2.3.2 Futures

Futures je standardizovaný forward, přičemž standardizací se rozumí stanovení podmínek ohledně kvality zboží, velikosti kontraktu, způsobu dodání, denních limitů atp. Takto nastavené podmínky poskytují futures dostatečnou likviditu a činí je dostupné širší škále tržních subjektů a proto je s nimi obchodováno na burzách.

Na rozdíl od forwardů, podléhají futures každodennímu přeceňování tzv. *marking-to market*. Jedná se o pravidelné zjišťování aktuální hodnoty kontraktu dle uzavírací ceny a jeho následné vypořádání prostřednictvím zálohového účtu klienta. K vypořádání futures tedy dochází postupně a nikoli jednorázově jak je tomu u forwardů a tímto je výrazně redukováno kreditní riziko. Ve většině případů není sjednání futures kontaktů motivováno fyzickým dodáním podkladového aktiva, nýbrž docílením zisku z pohybu kursů těchto kontraktů, proto jsou obvykle ukončeny před dobou jejich splatnosti.

Hlavní rozdíly mezi futures a forwardy jsou shrnuty v tabulce 2.1.

Forward	Futures
Obchodovány na OTC trzích	Obchodovány na burzách
Nestandardizované	Standardizované
Jednorázové vypořádání v době splatnosti	Postupné vypořádání v průběhu životnosti
Téměř vždy dochází k dodávce	Obvykle ukončen před dobou splatnosti
Uzavírány na určitou dobu	Uzavírány na určité datum
Vysoké kreditní riziko	Absence kreditního rizika

*Zdroj: Hull (2005, str. 39)*

**Tab. 2.1** Rozdíly mezi forwardem a futures

### 2.3.3 Swapy

Swapy lze definovat jako kontrakty, v nichž se účastníci zavazují k opakovaným výměnám peněžních toků v určitých termínech v budoucnosti. Prakticky se tedy jedná o několik forwardů, které jsou spolu smluvně spojeny. Swapy jsou obchodovány na OTC trzích a stejně jako u forwardů, je jejich počáteční hodnota nulová.

Nejběžnějším typem swapu je **úrokový swap** (interest rate swap), který spočívá ve vzájemné opakované výměně fixní a pohyblivé úrokové sazby ve stejné měně, které se uskutečňují v dohodnutých termínech v budoucnosti. U tohoto typu swapu nedochází k přesunu nominální hodnoty swapu, nýbrž jen úrokových plateb. Kupující úrokového swapu se zajišťuje proti nárůstu úrokových sazeb placením fixních úroků, které jsou stanoveny na celou dobu životnosti kontraktu, a inkasuje od prodávajícího úroky, jejichž výše je odvozena od pohyblivé sazby. Kupující se tak nachází v krátké pozici a prodávající, který se zajišťuje proti poklesu úrokových sazeb je v dlouhé pozici.

Dalším významným druhem swapu je **měnový swap**, jenž se od úrokového swapu odlišuje tím, že směňované platby jsou denominovány v různých měnách. Jedná se tedy o smluvně sjednanou opakovanou směnu daných úrokových plateb denominovaných ve dvou různých měnách, které nastávají ve smluvených termínech v budoucnosti. Nominální hodnota měnového swapu je na rozdíl od úrokového swapu také předmětem směny, a to na počátku a zpětně při ukončení kontraktu.

### 2.3.4 Opce

Opce je burzovní nebo OTC derivát s právem kupujícího opce (vlastníka opce, držitele opce) na uskutečnění obchodu s podkladovým aktivem v určitý budoucí okamžik za předem stanovených podmínek. Za možnost se v době zralosti rozhodnout, zda obchod uskuteční či nikoliv platí kupující opce opční prémii. Prodávající opce (vystavitel opce) má povinnost obchod uskutečnit, pokud se k tomu protistrana rozhodne a obdrží od kupujícího opce opční prémii.

Pokud je s opcí spojeno právo na koupi podkladového aktiva jedná se o kupní resp. **call opci**. Oproti tomu opce s právem prodat podkladové aktivum je nazývána prodejní resp. **put opce**.

V rámci opcí je nutné opět rozlišovat mezi **krátkou a dlouhou pozicí**. V dlouhé pozici u call opce se nachází kupující opce s právem koupit podkladové aktivum a v krátké pozici je prodávající opce s povinností dané aktivum prodat. U put opce je v dlouhé pozici kupující opce s právem prodat podkladové aktivum a v krátké pozici prodávající opce s povinností koupit toto aktivum.

Opce lze členit dle několika hledisek, z nichž stěžejní je členění podle:

- druhu podkladového aktiva;
- možného okamžiku uplatnění;
- složitosti výplatní funkce.

V rámci členění opcí dle podkladového aktiva jsou rozlišovány úrokové, akciové, měnové, komoditní a úvěrové opce. Pokud dojde k výměně pevné částky v hotovosti v jedné měně za dluhový cenný papír, úvěr vklad či půjčku v téže měně jedná se o **úrokovou** či **úvěrovou opci**. U **měnové opce** dochází k výměně pevné částky v hotovosti v jedné měně za pevnou částku v hotovosti v jiné měně. U **akciové** a **komoditní opce** dochází k výměně dané hotovosti za akciový resp. komoditní nástroj.

V případě, že je možné opci uplatnit pouze v době zralosti, jedná se o **evropskou opci**. Opce uplatnitelná po celou dobu životnosti se nazývá **americká opce**. Mezistupněm mezi těmito dvěma druhy opcí je **bermudská opce**, kterou lze uplatnit v konkrétních diskrétních okamžicích v průběhu životnosti.



Za opce s jednoduchou výplatní funkcí neboli **plain vanilla opce** jsou označovány takové opce, u nichž nejsou stanoveny další specifické podmínky ovlivňující jejich uplatnění. Pokud jsou v podmínkách kontraktu definovány údaje, které komplikují výplatní funkci, jedná se o **exotické opce**.

## Plain vanilla opce

Jako plain vanilla se označují evropské i americké **call a put opce** s nejjednodušší výplatní funkcí. V případě, že je vnitřní hodnota kladná, lze opci označit za *in-the-money* (ITM) neboli v penězích. Pokud je vnitřní hodnota rovna nule, je tato opce označena za *at-the-money* (ATM), tedy na penězích a při záporné vnitřní hodnotě je opce takzvaně mimo peníze, čili *out-of-the-money* (OTM). Pro výplatní funkce plain vanilla put a call opcí platí, že pokud je jedna ITM, druhá musí být OTM. Vztah mezi vnitřní hodnotou jednoduché call a put opce je shrnut v tabulce 2.2.

OPCE	CALL OPCE		PUT OPCE	
<i>VZTAH <math>S_T</math> a <math>X</math></i>	<i>VH</i>	<i>označení</i>	<i>VH</i>	<i>označení</i>
$S_T > X$	$S_T - X$	ITM	0	OTM
$S_T = X$	0	ATM	0	ATM
$S_T < X$	0	OTM	$X - S_T$	ITM

*Zdroj: Tichý (2006, str. 28)*

**Tab. 2.2** Vztah vnitřní hodnoty call a put opce

Výplatní a ziskové funkce pro základní opční pozice, což jsou dlouhá a krátká pozice v call a put opci budou popsány dále.

## Long call opce

Vnitřní hodnota a zisková funkce má pro dlouhou pozici v call opci tvar

$$VH_{call}^{long} = \max[S_T - X; 0], \quad (2.3)$$

$$zisk_{call}^{long} = \max[S_T - X - c; -c], \quad (2.4)$$

kde  $S_T$  je cena podkladového aktiva v době realizace,  $X$  je realizační cena a  $c$  je opční prémie v call opci.

### Short call opce

Výplatní a ziskovou funkci pro krátkou pozici v call opci lze zapsat následovně

$$VH_{call}^{short} = \min[X - S_T; 0], \quad (2.5)$$

$$zisk_{call}^{short} = \min[X - S_T + c; +c]. \quad (2.6)$$

### Long put opce

Vnitřní hodnota a zisková funkce dlouhé pozice v put opci je následující

$$VH_{put}^{long} = \max[X - S_T; 0], \quad (2.7)$$

$$zisk_{put}^{long} = \max[X - S_T - p; -p], \quad (2.8)$$

kde  $S_T$  je cena podkladového aktiva v době realizace,  $X$  je realizační cena a  $p$  je opční premie v put opci.

### Short put opce

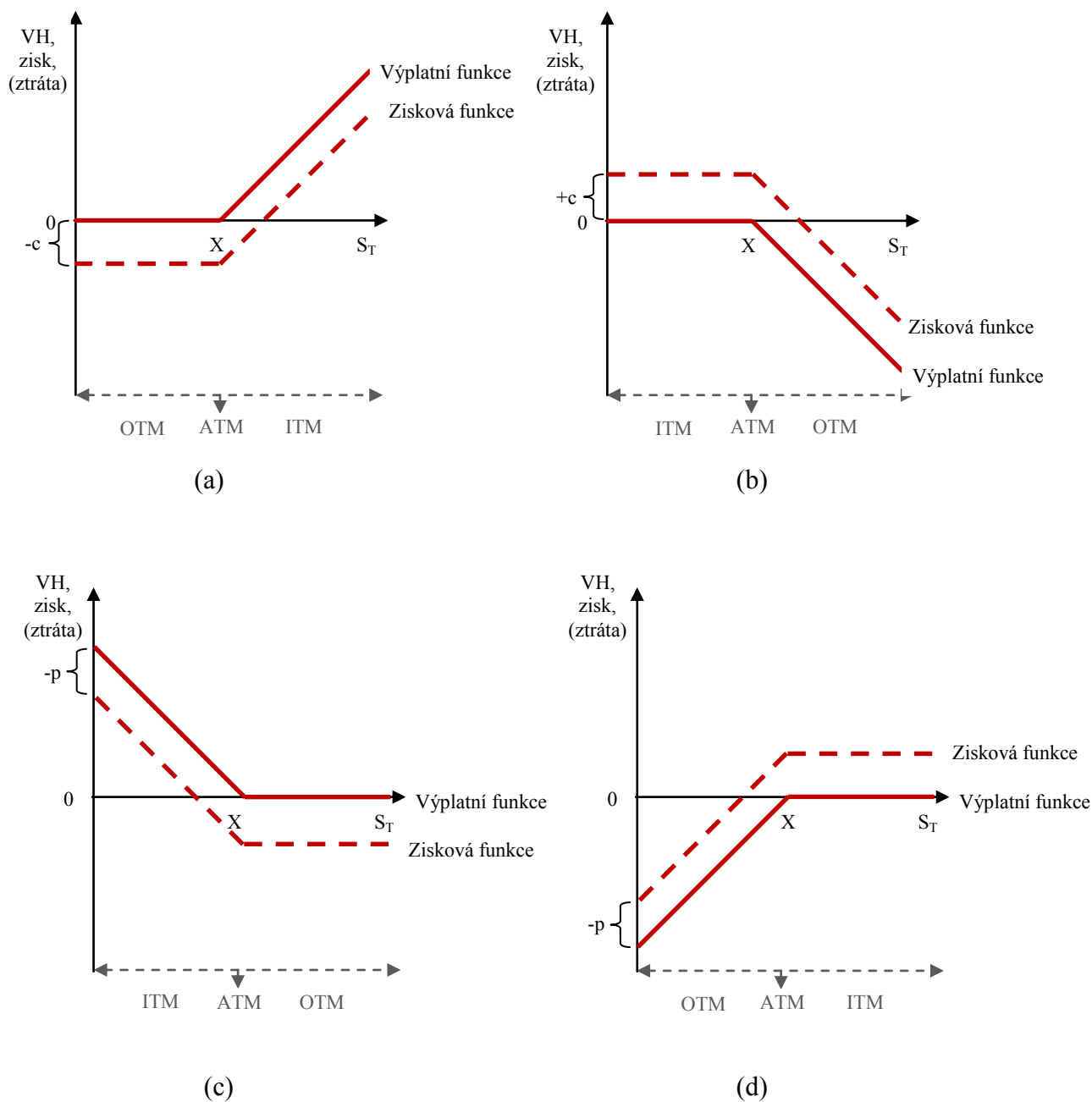
Vnitřní hodnota a zisková funkce krátké pozice v call opci má tvar

$$VH_{put}^{short} = \min[S_T - X; 0], \quad (2.9)$$

$$zisk_{put}^{short} = \min[S_T - X + p; +p]. \quad (2.10)$$

Graficky jsou výplatní a ziskové funkce uvedených základních opčních pozic znázorněny na obrázku 2.2.

Základním rozdílem obecně mezi dlouhou a krátkou pozicí je patrný z obrázku 2.2 a plyne z definice opce ohledně práva daný obchod uskutečnit. Je tedy zřejmé, že výplata z dlouhé pozice bude vždy nezáporná, neboť by nebylo racionální obchod uskutečnit v případě, že by z této transakce plynul negativní finanční tok a výplata z krátké pozice nebude nikdy pozitivní.



**Obr. 2.2** Výplatní a zisková funkce pro (a) long call opci, (b) short call opci, (c) long put opci a (d) short put opci

## Exotické opce

Za exotické opce jsou považovány opce se složitější výplatou než standardní evropské či americké put a call opce. Jejich výplatu komplikují konkrétní požadavky a potřeby subjektů, především korporací, které jim umožňují zahrnout do kontraktu přesná očekávání ohledně budoucího vývoje. Z tohoto důvodu je s většinou z nich obchodováno na OTC trzích.

Mezi základní typy exotických opcí dle Tichého (2006) lze zařadit:

- *multistage* (vícestupňové) *opce*;
- *package* (balíky);
- *digitální* (binární) *opce*;
- *path dependent options*.

**Multistage opce** jsou typické vícestupňovým rozhodováním, což znamená, že důležitá rozhodnutí mohou být učiněna během životnosti opce. Jsou zde řazeny opce výběrové, složené a s odloženou platností. Konkrétním příkladem je **forward start options**, což je opce s odloženou platností a **compound options** neboli složené opce, jejichž podkladovým aktivem je další opce.

**Package** neboli balíky jsou představovány portfoliem obsahující hotovost, standardní evropské call a put opce, forwardy nebo podkladové aktivum. Mezi package lze zařadit kombinační opční pozice zvané **bull**, **bear**, **butterfly**, **calendar spread**, **straddle** a **strangle**, které spočívají ve vzájemné kombinaci dvou či více základních opčních pozic a jsou sestavovány při nulových nákladech. Dále se zde řadí **collar**, který lze interpretovat jako investici do hotovosti a call opce s omezením na horní potencionální výplatu. Dalšími typy balíku jsou **break forward**, který lze přirovnat ke call opci s nulovou premii a **range forward** neboli collar s nulovou premii.

**Path dependent options** jsou opce, u nichž je výplata závislá na cestě sledované cenou podkladového aktiva v průběhu životnosti a patří mezi ně **lookback opce**, jejichž výplata je závislá na nejpříznivější úrovni spotové ceny podkladového aktiva dosažené v průběhu životnosti opce, **asijské opce**, u nichž je výplata odvozena od průměrné ceny podkladového aktiva a **bariérové opce**, u kterých je výplata závislá na tom, zda byla cenou podkladového aktiva během životnosti dosažena resp. nedosažena určitá bariéra.

**Digitální opce** jsou si svou podstatou blízké opcím bariérovým, neboť je zde stanovena bariéra ve formě realizační ceny. Tato bariéra je ale na rozdíl od bariérových opcí aktivní pouze v době zralosti opce. Z této difference plyne, že výplatou je buď vše nebo nic.

Dále budou podrobněji popsány pouze ty druhy exotických opcí, které jsou relevantní z hlediska potřeb této diplomové práce.

## Range forward

Range forward je modifikací standardního forwardového kontraktu, která kombinuje opačné pozice v call a put opci s odlišnou realizační cenou. Zároveň jsou obě pozice uzavřeny na stejné množství podkladového aktiva a se shodným datem realizace. Pokud dojde k uzavření krátké pozice v call opci s vyšší realizační cenou a zároveň dlouhé pozice v put opci s nižší realizační cenou, tak se jedná o **short range forward**. Obdobně je **long range forward** kombinací dlouhé pozice v call opci s vyšší realizační cenou a krátké pozici v put opci s nižší realizační cenou.

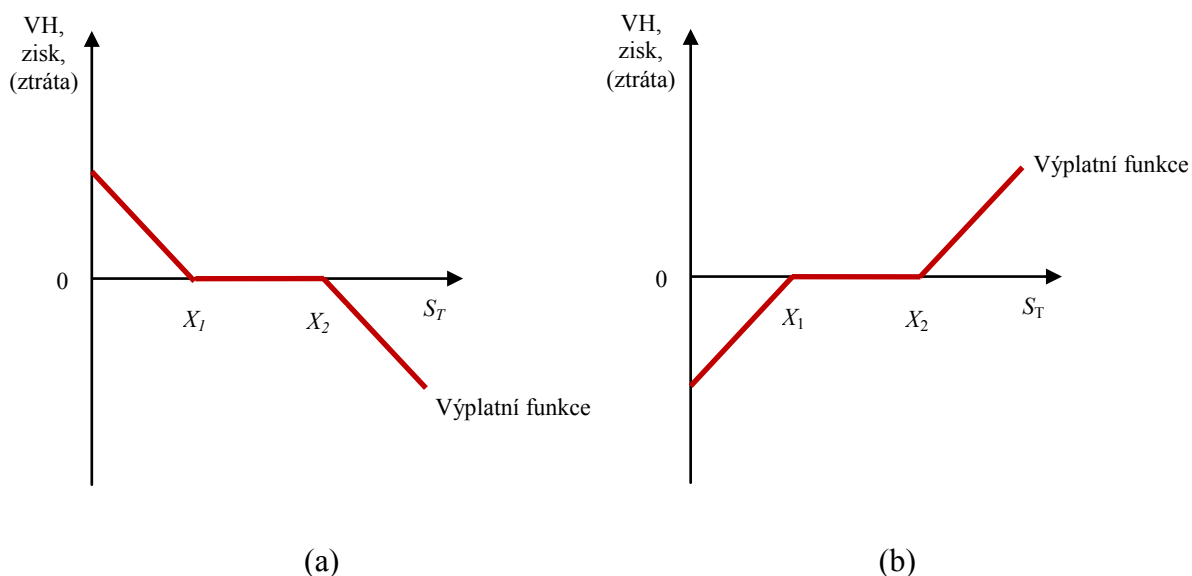
Range forward je sestavován při nulových nákladech, čehož je dosaženo stanovením takových realizačních cen put a call opce, při nichž jsou si hodnoty těchto opcí rovny. Rovněž zde platí, že vnitřní hodnota je rovna funkci ziskové a pro short a long range forward je dána takto:

$$VH_{RF}^{short} = \max(X_1 - S_T, 0) + \min(X_2 - S_T, 0), \quad (2.11)$$

$$VH_{RF}^{long} = \min(S_T - X_1, 0) + \max(S_T - X_2, 0), \quad (2.12)$$

kde  $S_T$  je cena podkladového aktiva v době realizace,  $X_1$  je realizační cena put opce,  $X_2$  je realizační cena call opce a  $F_{0,T}$  je forwardová cena.

Grafická podoba výplatních funkcí short a long range forwardu je znázorněna na obrázku 2.3.



**Obr. 2.3** Vnitřní hodnota (a) short range forwardu a (b) long range forwardu

Z obrázku 2.3 (a) je patrné, že pokud je cena podkladového aktiva v době realizace menší než realizační cena put opce, tedy  $S_T < X_1$ , subjekt využije svého práva a prodá podkladové aktivum za cenu  $X_1$ , neboť z této transakce profituje. V situaci, kdy se  $S_T$  nachází mezi realizačními cenami  $X_1$  a  $X_2$ , nebude uplatněna ani jedna z těchto opcí a subjekt prodá podkladové aktivum na promptním trhu. V případě, že je  $S_T > X_2$ , je subjekt povinen prodat podkladové aktivum za cenu  $X_2$  a realizuje tudíž ztrátu.

Short range forward volí investor, který se chce prodat podkladové aktivum a obává se poklesu jeho ceny. Zároveň je možné profitovat na výraznějším nepříznivém vývoji této ceny, ale rovněž může být dosaženo významné ztráty v případě, že se investorovo očekávání ohledně budoucí ceny podkladového aktiva nepotvrdí. Pokud je tedy prioritou subjektu zajištění a nikoliv dosažení zisku z otevřené pozice, tak volí co nejširší rozpětí daných realizačních cen, neboť v tomto pásmu není dosahováno ani zisku ani ztráty a tedy zde není vystaven riziku. Obdobně platí pro long range forward (b).

## Bariérové opce

Bariérové opce se vyznačují tzv. slabou závislostí na předchozím vývoji podkladového aktiva, neboť ten ovlivňuje pouze skutečnost, zda bude opce v době zralosti aktivní či nikoliv. Výplata jako taková je pak závislá pouze na čase a aktuální spotové ceně.

Bariérové opce lze členit podle toho, zda v případě dosažení stanovené bariéry cenou podkladového aktiva v průběhu životnosti dojde k aktivaci opce, tzv. **knock-in opce**, nebo k její deaktivaci, tedy **knock-out opce**.

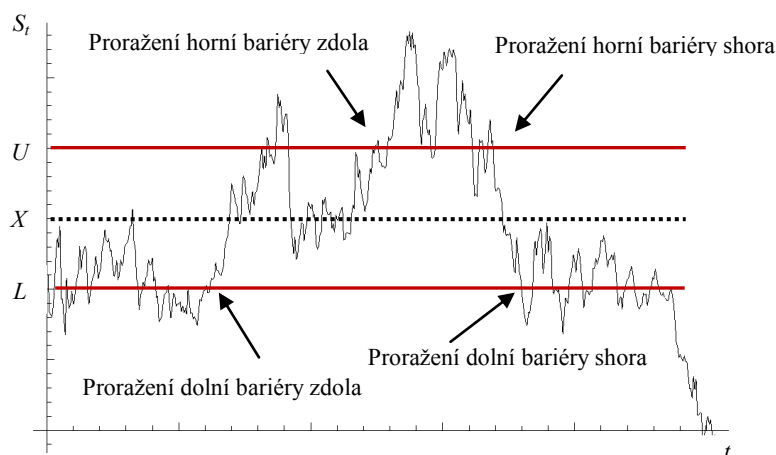
Také je možné rozlišit, zda k dosažení bariéry došlo zdola nebo shora:

- *up-and-in opce* – bariéry bylo dosaženo zdola a opce byla aktivována,
- *up-and-out opce* – bariéry bylo dosaženo zdola a opce byla deaktivována,
- *down-and-in opce* – bariéry bylo dosaženo shora a opce byla aktivována,
- *down-and-out opce* – bylo bariéry dosaženo shora a opce byla deaktivována.

Uvedené formy bariérových opcí lze aplikovat u call i put opcí, z čehož plyne existence osmi možných kombinací.

Pojetí bariérových opcí je dále komplikováno možností volby podoby bariéry, která může být jednak horní i dolní a dále např. fixní či měnící se spojitě nebo diskrétně. Bariéra také může být pouze jedna, která je konstantní po celou dobu životnosti nebo může existovat více bariér, které se mění či posouvají.

Příklad vývoje ceny podkladového aktiva v průběhu životnosti opce vzhledem k horní ( $U$ ) a dolní ( $L$ ) bariéře je znázorněn na obrázku 2.4.



**Obr. 2.4** Vývoj podkladového aktiva v čase

Bariérové opce jsou pro účastníky OTC trhů atraktivnější než klasické plain vanilla opce, neboť je jejich cena nižší. Je to z toho důvodu, že u klasických opcí je subjekt zajištěn proti všem cestám, které může cen podkladového aktiva během životnosti sledovat. U bariérových opcí je zajištění omezeno jen na vybrané scénáře vývoje ceny podkladového aktiva, které zajišťovatel považuje za významné a platí tedy pouze za ně.

### Knock-in call opce

Bariérová call opce typu *knock-in* je charakteristická tím, že v okamžiku dosažení stanovené bariéry je transformována do běžné call opce. Výplatní funkce pro *up-and-in* a *down-and-in* call opci pro dlouhou pozici lze zapsat následovně:

$$VH_{call}^{up/in} = \begin{cases} \max [S_T - X; 0], & \max_t S_t \geq U \\ 0, & \max_t S_t < U, \end{cases} \quad (2.13)$$

$$VH_{call}^{down/in} = \begin{cases} \max [S_T - X; 0], & \min_t S_t \leq L \\ 0, & \min_t S_t > L. \end{cases} \quad (2.14)$$

### Knock-out call opce

Tento typ bariérové opce přestává existovat v okamžiku dosažení dané bariéry, a tedy jej v době realizace nelze uplatnit. Vnitřní hodnota *up-and-out* a *down-and-out* call opce pro dlouhou pozici má tento tvar:

$$VH_{call}^{up/out} = \begin{cases} \max [S_T - X; 0], & \max_t S_t < U \\ 0, & \max_t S_t \geq U. \end{cases} \quad (2.15)$$

$$VH_{call}^{down/out} = \begin{cases} \max [S_T - X; 0], & \min_t S_t > L \\ 0, & \min_t S_t \leq L. \end{cases} \quad (2.16)$$

### Knock-in put opce

Analogicky se z *knock-in* put opce po proražení bariéry stává jednoduchá put opce. Vnitřní hodnotu *up-and-in* a *down-and-in* put opce pro dlouhou pozici lze vyjádřit následovně:

$$VH_{put}^{up/in} = \begin{cases} \max [X - S_T; 0], & \max_t S_t \geq U \\ 0, & \max_t S_t < U, \end{cases} \quad (2.17)$$

$$VH_{put}^{down/in} = \begin{cases} \max [X - S_T; 0], & \min_t S_t \leq L \\ 0, & \min_t S_t > L. \end{cases} \quad (2.18)$$

### Knock-out put opce

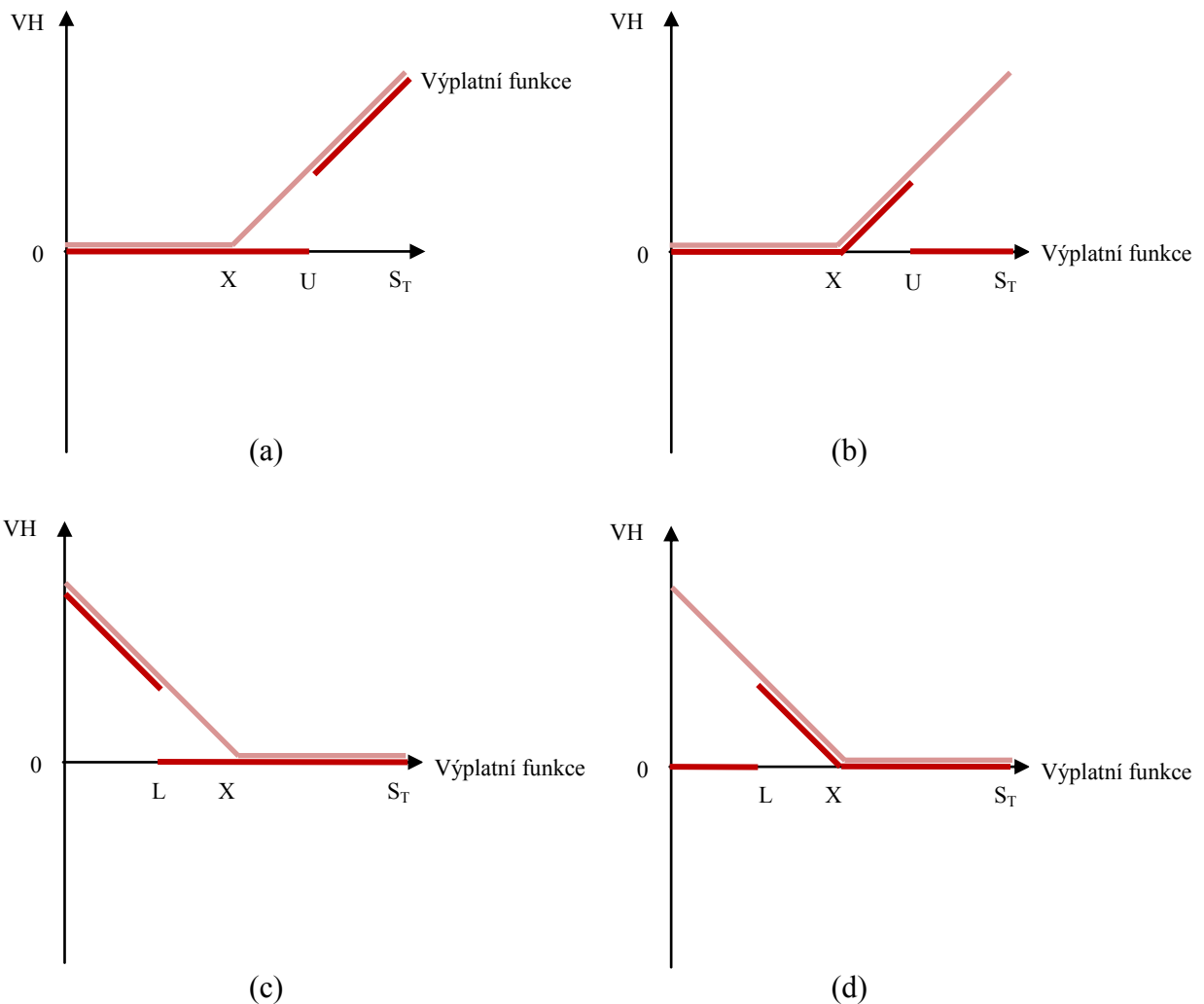
Bariérová put opce typu *knock-out* představuje takový derivát, který po dosažení stanovené bariéry zanikne. Vnitřní hodnota *up-and-out* a *down-and-out* put opce pro dlouhou pozici:

$$VH_{put}^{up/out} = \begin{cases} \max [X - S_T; 0], & \max_t S_t < U \\ 0, & \max_t S_t \geq U, \end{cases} \quad (2.19)$$

$$VH_{put}^{down/out} = \begin{cases} \max [X - S_T; 0], & \min_t S_t > L \\ 0, & \min_t S_t \leq L. \end{cases} \quad (2.20)$$

Výplatní funkce pro *knock-in* a *knock-out* put a call opci je znázorněna červeně na obrázku 2.5. Pro srovnání jsou uvedeny i výplatní funkce plain vanilla opcí.





**Obr. 2.5** Výplatní funkce (a) knock-in call opce, (b) knock-out call opce, (c) knock-in put opce a (d) knock-out put opce

## Digitální opce

Výplata digitální opce závisí na skutečnosti, zda spotová cena podkladového aktiva v okamžiku zralosti dosáhla ceny realizační. Bariéra je tedy aktivní jen k datu realizace kontraktu. Z této charakteristiky vyplývá, že výplata není závislá na částce, o kterou cena podkladového aktiva přesáhne cenu realizační, ale bude buď vše nebo nic.

Pokud je výplata představována dohodnutou částkou jedná se o *cash-or-nothing* digitální opci. Dalším typem je *asset-or-nothing* digitální opce, jejíž držitel obdrží hodnotu vybraného aktiva. Digitální opce mohou mít rovněž podobu call i put opcí.

Výplatní funkce *cash-or-nothing* call a put opcí pro dlouhou a krátkou pozici lze zapsat takto:

$$VH_{long\ call}^{dig/cash} = \begin{cases} Q, & S_T \geq X \\ 0, & S_T < X, \end{cases} \quad (2.21)$$

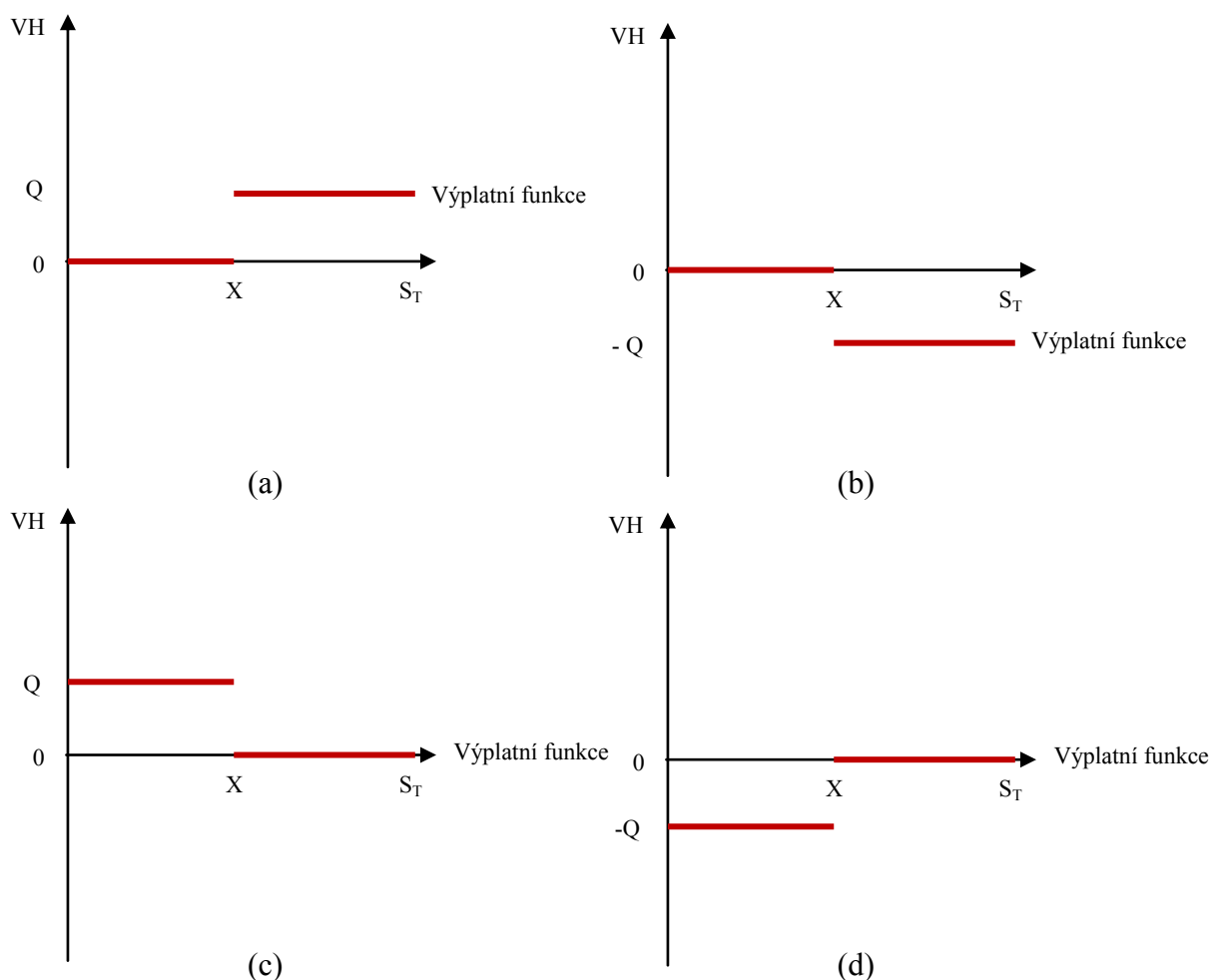
$$VH_{short\ call}^{dig/cash} = \begin{cases} -Q, & S_T \geq X \\ 0, & S_T < X, \end{cases} \quad (2.22)$$

$$VH_{long\ put}^{dig/cash} = \begin{cases} Q, & S_T \leq X \\ 0, & S_T > X, \end{cases} \quad (2.23)$$

$$VH_{short\ put}^{dig/cash} = \begin{cases} -Q, & S_T \leq X \\ 0, & S_T > X, \end{cases} \quad (2.24)$$

kde  $Q$  je dohodnutá částka.

Graficky jsou výplatní funkce digitálních opcí typu *cash-or-nothing* a *asset-or-nothing* znázorněny na obrázku 2.6.



**Obr. 2.6** Výplatní funkce (a) long cash-or-nothing call, (b) short cash-or-nothing call, (c) long cash-or-nothing put a (d) short cash-or-nothing put

## 2.4 Stochastické procesy

Finanční aktiva se vyznačují náhodným vývojem v čase, který je nazýván jako **stochastický proces**. Pokud by bylo možné s jistotou určit, jak se bude dané aktivum vyvíjet, jednalo by se o bezrizikové aktivum sledující **deterministický proces**.

Náhodný proces je dynamický proces, který je tvořen dvěma složkami, trendem (deterministická složka) a náhodnou odchylkou neboli reziduem (stochastická složka) a je vyjádřen pomocí stochastické diferenciální rovnice, což lze obecně zapsat takto:

$$dx = trend + reziduum,$$

kde  $dx$  je změna náhodné veličiny.

Stochastický proces je možné popsat diskrétně nebo spojitě. Jako **diskrétní** stochastický proces je označován takový proces, v němž se cena aktiva mění pouze v daných časových okamžicích,  $t \in \{0, 1, 2, \dots\}$ . Pokud ke změnám dochází v nekonečně malých časových intervalech,  $t \in (0, \infty)$ , je proces označován jako **spojitý**.

Spojitý stochastický proces je východiskem pro oceňování opcí a ostatních složitějších derivátů. Ačkoliv ceny aktiv obchodovány na burzách sledují zpravidla diskrétní proces, neboť jejich změny lze pozorovat pouze při otevřeném trhu, jsou spojitě procesy považovány za vhodnou aproximaci, a proto je jich v praxi často využíváno.

Tato kapitola 2.4 je zpracována na základě publikací Tichý (2006) a Zmeškal a kol. (2004).

### 2.4.1 Wienerův proces

Pomocí Wienerova procesu je modelována riziková složka, která je základním prvkem stochastických procesů. Jedná se tedy o proces s nulovým trendem. Tento proces vychází z Markovova procesu, což znamená, že predikované ceny jsou ovlivněny pouze cenou aktuální a ne historickou. Dále je založen na předpokladech, že změny cen v čase jsou nezávislé, má stacionární přírůstky, střední hodnota a rozptyl vycházejí z normovaného normálního rozložení  $N(0, I)$ , je spojitou funkcí času a vychází z nuly.

**Wienerův proces** je definován takto:

$$dz = \tilde{z} \cdot \sqrt{dt}, \quad (2.25)$$

kde  $dz$  značí změnu procesu během nekonečně malého časového úseku  $dt$  a  $\tilde{z}$  je náhodná proměnná z normovaného normálního rozdělení  $N(0;1)$ .

Wienerův proces má následující charakteristiky:

- střední hodnota  $E(dz) = 0$ ;
- rozptyl  $var(dz) = t$ ;
- směrodatná odchylka  $\sigma(dz) = \sqrt{dt}$ .

Jestliže je uvažován vývoj ceny za čas  $T$  je celková změna  $\tilde{z}$  dána součtem změn v  $N$  malých časových intervalech o délce  $dt$ , kde  $N = \frac{T}{dt}$ ,

$$\tilde{z}_T - z_0 = \sum_{i=1}^N \tilde{z}_i \cdot \sqrt{dt}. \quad (2.26)$$

Charakteristiky tohoto modifikovaného procesu lze zapsat takto:

- střední hodnota  $E(\tilde{z}_T) = 0$ ;
- rozptyl  $var(\tilde{z}_T) = n \cdot dt = T$ ;
- směrodatná odchylka  $\sigma(\tilde{z}_T) = \sqrt{T}$ .

## 2.4.2 Brownův proces

Brownův proces obsahuje trendovou složku a reziduální složku odpovídající Wienerovu procesu. Lze jej rozlišit na aritmetický a geometrický, přičemž **aritmetický Brownův proces** je zobecněným Wienerovým procesem a je charakteristický zejména pro vývoj cen komodit. Tento proces je definován takto,

$$dx = \alpha \cdot dt + \sigma \cdot dz, \quad (2.27)$$

kde  $dx$  je přírůstek náhodné veličiny,  $\alpha$  je střední hodnota výnosu,  $\sigma$  označuje směrodatnou odchylku výnosu a  $dz$  je Wienerův proces.

Parametry Brownova aritmetického procesu jsou dány takto:

- střední hodnota  $E(dx) = \alpha \cdot dt$ ;
- rozptyl  $var(dx) = \sigma^2 \cdot dt$ ;
- směrodatná odchylka  $\sigma(dx) = \sigma \cdot \sqrt{dt}$ .

Řešením stochastické diferenciální rovnice (2.27) je rovnice pro vývoj ceny náhodné veličiny:

$$x_t = x_{t-1} + \alpha \cdot dt + \sigma^2 \cdot dt \cdot \tilde{z}, \quad (2.28)$$

pro niž platí, že se vyvíjí lineárním trendem a je dána těmito parametry:

- střední hodnota  $E(x_T) = x_0 + \alpha \cdot T$ ;
- rozptyl  $var(x_T) = \sigma^2 \cdot T$ ;
- směrodatná odchylka  $\sigma(x_T) = \sigma \cdot \sqrt{T}$ .

**Geometrický Brownův proces** je nejvyužívanějším procesem ve finančním modelování, neboť se podle něj vyvíjejí akcie, akciové indexy či měny a stal se proto východiskem pro oceňování finančních derivátů. Tento proces je určen následovně:

$$dx = \alpha \cdot x \cdot dt + \sigma \cdot x \cdot dz, \quad (2.29)$$

kde  $\alpha$  uvádí průměrný výnos zpravidla za období jednoho roku a  $\sigma$  směrodatnou odchylku za rok.

Opět lze stanovit parametry pro přírůstek náhodné veličiny, jenž se vyvíjí dle tohoto procesu:

- střední hodnota  $E(dx) = \alpha \cdot dt$ ;
- rozptyl  $var(dx) = \sigma^2 \cdot dt$ ;
- směrodatná odchylka  $\sigma(dx) = \sigma \cdot \sqrt{dt}$ .

Cena náhodné veličiny se vyvíjí exponenciálním trendem a je dána takto:

$$x_t = x_{t-1} \cdot e^{(\alpha \cdot dt + \sigma \cdot \sqrt{dt} \cdot \tilde{z})}. \quad (2.30)$$

Charakteristiky pro cenu náhodné veličiny jsou pak následující:

- střední hodnota  $E(x_T) = x_0 + x_0 \cdot \alpha \cdot T$ ;
- rozptyl  $var(x_T) = x_0 + x_0 \cdot \sigma^2 \cdot T$ ;
- směrodatná odchylka  $\sigma(x_T) = \sqrt{x_0 + x_0 \cdot \sigma^2 \cdot T}$ .

### 2.4.3 Itôův proces

Wienerův a Brownovy procesy jsou zvláštními případy tzv. Itôova procesu. Tento obecný stochastický proces je definován takto:

$$dx = a(x; t) \cdot b(x; t) \cdot dz, \quad (2.31)$$

kde  $a$  a  $b$  jsou funkcemi náhodné veličiny a času, neboli  $a$  je přírůstkem  $b$  směrodatnou odchylkou náhodné veličiny  $x$ .

V případě, že je dán stochastický proces  $G$ , jehož vnitřní funkcí je nediferencovatelný stochastický proces (např. Wienerův proces), je pro vyjádření přírůstku nutné použít tzv.

**Itôovu lemu:**

$$dG = \left[ \frac{\partial G}{\partial x} \cdot a + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} \cdot b^2 \right] \cdot dt + \frac{\partial G}{\partial x} \cdot b \cdot dz, \quad (2.32)$$

kde  $G = f(x, t)$  je funkcí sledující Itôův proces s přírůstkem  $\frac{\partial G}{\partial x} \cdot a + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} \cdot b^2$  a rozptylem  $\left( \frac{\partial G}{\partial x} \right)^2 \cdot b^2$ .

Itôova lema pro funkci  $G$  ve tvaru  $G = \ln x$  je využívána pro vyjádření **geometrického Brownova procesu s logaritmickými cenami**, jenž je významným procesem uplatňujícím se při analytickém oceňování opcí. Za předpokladu, že se náhodná veličina vyvíjí dle (2.29), lze tento proces zapsat takto:

$$dG = d \ln x = \alpha \cdot dt + \sigma \cdot dz, \quad (2.33)$$

kde  $\alpha = \mu - \frac{\sigma^2}{2}$  je konstantní spojitý výnos, přičemž  $\mu = \ln \frac{x_T}{x}$  a  $\sigma^2$  je konstantní rozptyl.

Parametry tohoto procesu lze zapsat následovně:

- střední hodnota  $E(d \ln x) = \left( \mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) \cdot T$ ;
- rozptyl  $var(d \ln x) = \sigma^2 \cdot T$ ;
- směrodatná odchylka  $\sigma(d \ln x) = \sigma \cdot \sqrt{T}$ .

Pro cenu náhodné veličiny platí rovnice (2.30), jejíž parametry pro geometrický Brownův proces s logaritmickými cenami jsou:

- střední hodnota  $E(x_T) = x_0 \cdot e^{(\alpha \cdot T)}$ ;
- rozptyl  $var(x_T) = x_0^2 \cdot e^{(2 \cdot \alpha \cdot T)} \cdot [e^{(\sigma^2 \cdot T)} - 1]$ ;
- směrodatná odchylka  $\sigma(x_T) = x_0 \cdot \sqrt{e^{(2 \cdot \alpha \cdot T)} \cdot [e^{(\sigma^2 \cdot T)} - 1]}$ .

#### 2.4.4 Lévyho modely

Lévyho modely jsou tvořeny skupinou procesů, které se vyznačují nezávislými stacionárními přírůstky a stochastickou spojitostí v čase. Tyto modely jsou založeny na Wienerově (popsán v kapitole 2.4.1) a Poissonově procesu, případně jejich dalších modifikací.

**Poissonův proces** je založen na skutečnosti, že se cena podkladového aktiva může měnit ve skocích a vychází z Poissonova rozložení se střední hodnotou  $\lambda$  a rozptylem  $\lambda$ , *Poisson* ( $\lambda$ ), přičemž je tímto parametrem rovněž určena intenzita skoků. Tento proces se vyznačuje nulovým počátkem a v čase nezávislými stacionárními přírůstky a je ryze skokový s hodnotou skoku rovnou jedné.

Obdobou Poissonova procesu je **Gama proces**, který je založen na gama rozložení, *Gamma* ( $\mu, \nu$ ). Tento proces má taktéž počátek v nule a nezávislé stacionární přírůstky, avšak intenzita skoků je u Gama procesu nekonečně vysoká.

Obecně mohou Lévyho modely obsahovat difúzní a skokovou složku, přičemž se obě tyto složky nemusí vykytovat vždy současně, neboť v případě procesu s nekonečnou intenzitou skoků není k modelování dynamiky aktiv difúzní složka potřeba.

Jelikož je u modelování cen finančních aktiv většinou uvažováno pouze s jejich pozitivní hodnotou, jsou při aplikaci používány exponenciální Lévyho modely. Dynamiku ceny aktiva  $x_t$  dle tohoto procesu lze zapsat takto:

$$x_t = x_{t-1} \cdot e^{\mu \cdot t + \chi_t}, \quad (2.34)$$

kde  $\chi_t$  je Lévyho proces a  $\mu$  je deterministický přírůstek.

Velká část Lévyho modelů má podobu Brownova procesu, který je řízen určitým vnitřním procesem, tzv. subordinátorem. Nejčastěji aplikovaným subordinátorem je Gama proces a Lévyho model, který jej využívá, se nazývá *Variance gama model* (VG model).

### Variance gama model

VG model je víceparametrický model vycházející z Brownova procesu řízeného Gama procesem. Pravděpodobnostní funkce hustoty gama procesu z gama rozložení se střední hodnotou 1 a rozptylem  $v$ ,  $G\left(1, \frac{1}{v}\right)$  je dána takto:

$$g_t = \frac{g^{\frac{t}{v}-1} \cdot e^{-\frac{g}{v}}}{v^{\frac{t}{v}} \cdot \Gamma\left(\frac{t}{v}\right)}. \quad (2.35)$$

VG proces  $VG(g(t; v); \theta, \vartheta)$  je pak možné zapsat jako:

$$VG_t = \theta \cdot g_t + \vartheta \cdot \sqrt{g_t} \cdot \epsilon, \quad (2.36)$$

kde  $\theta$  parametr definující šikmost,  $\vartheta$  je volatilita,  $v$  je rozptyl gama procesu definující špičatost,  $\epsilon$  je náhodný prvek z  $N(0,1)$  a  $\Gamma(\cdot)$  je gama funkce.

Dynamika ceny finančního aktiva je pak získána dosazením VG procesu z (2.36) do exponenciální formy Lévyho modelu (2.34) a v rizikově neutrálním prostředí je její výsledný tvar následující:

$$x_t = x_{t-1} \cdot e^{(r \cdot t + \theta \cdot g_t + \vartheta \cdot \sqrt{g_t} \cdot \epsilon - \omega \cdot t)}, \quad (2.37)$$

přičemž  $\omega$  je korekční faktor, kterým je zajištěno, že  $E[x_t] = x_{t-1} \cdot e^{r \cdot t}$  a je dán takto:

$$\omega = -\frac{1}{v} \cdot \ln\left(1 - \theta \cdot v - \frac{1}{2} \cdot \vartheta^2 \cdot v\right). \quad (2.38)$$

Charakteristiky pravděpodobnostního rozdělení VG modelu jsou uvedeny v tabulce 3.3

Parametr	$VG(g(t; v); \theta, \vartheta)$
Střední hodnota	$\theta$
Rozptyl	$\vartheta^2 + v \cdot \theta^2$
Šikmost	$\frac{\theta \cdot v \cdot (3 \cdot \vartheta^2 + 2 \cdot v \cdot \theta^2)}{(\vartheta^2 + v \cdot \theta^2)^{\frac{3}{2}}}$
Špičatost	$3 \cdot \left(1 + 2 \cdot v - \frac{v \cdot \vartheta^4}{(\vartheta^2 + v \cdot \theta^2)^2}\right)$

*Zdroj: Tichý (2006, str. 72)*

**Tab. 3.3** Parametry VG modelu



Z uvedených vztahů je patrné, že na základě VG procesu je možné modelovat i šikmost a špičatost pravděpodobnostního rozdělení výnosů aktiva, což je jednoznačně výhodou oproti např. modelování vývoje ceny podkladového aktiva na základě Brownova procesu.

### 3 Metody hedgingu a jejich dopad na cash flow podniku

Hedging je proces eliminace systematických finančních rizik, jehož princip spočívá ve vytvoření hedgingového portfolia. Toto portfolio je zkonstruováno tak, že k původně drženému rizikovému aktivu či portfoliu aktiv je přidána další skupina aktiv takovým způsobem, aby výnos tohoto nového portfolia byl co nejvíce imunní vůči změnám jeho jednotlivých složek.

Tato kapitola bude věnována především hedgingovým strategiím, které budou použity v praktické části, mezi něž patří zajištění forwardem, put opcí, range forwardem, dále pak strategie částečného zajištění a v poslední řadě bude zmíněno i pasivní zajištění. Obsahem této kapitoly bude též ocenění jednotlivých druhů derivátů, neboť jako takové, je nedílnou součástí hedgingových strategií.

Na úvod je nezbytné obecně kategorizovat metody hedgingu, které lze rozlišit podle celé řady hledisek.

Podle **stupně zajištění**:

- *dokonalý hedging* – hedgingové portfolio je bezrizikové;
- *superhedging* – dosažení 100% úspěšnosti za cenu vyšších nákladů;
- *částečný hedging* – část rizika je nezajištěna z důvodu snížení nákladů;
- *nezajištěné portfolio* – portfolio bez zajištění.

Podle **počtu revizí v čase**:

- *statický* neboli pasivní – hedgingové portfolio je sestaveno na jedno období, přičemž nedochází k jeho změnám;
- *dynamický* neboli aktivní – hedgingové portfolio je sestaveno na více období a průběžně se provádí jeho revize.

Podle **frekvence revizí**:

- *diskrétní* – k revizím dochází v diskrétních časových okamžicích;
- *spojité* – revize probíhají v nekonečně malých intervalech.

**Podle typu zajišťovaného rizika:**

- *celkové riziko* – zajišťováno je systematické i specifické riziko;
- *systematické riziko* – zajištění pouze faktorového rizika.

**Podle provádění vůči vzoru:**

- *hedging bez vzoru*;
- *benchmark (tracking) hedging*.

**Podle hedgingových kritérií:**

- *faktorově neutrální* – delta hedging, delta-gama hedging, imunizace na bázi durace apod.;
- *minimalizace rozptylu*;
- *minimalizace střední hodnoty ztrát*;
- *minimalizace Value at Risk*;
- *minimalizace střední hodnoty funkce užitku*.

**Podle typu zajišťovaných instrumentů:**

- *hedging na akcie*;
- *hedging na obligace (úrokové sazby)*;
- *hedging na měnu*;
- *hedging na komodity*;
- *hedging na forwardy (futures)*;
- *hedging na opce*.

**Podle typu zajišťovaného rizika:**

- *tržní riziko*;
- *kreditní (úvěrové) riziko*;
- *operační riziko*.

### 3.1 Zajištění měnového rizika

Ekonomické subjekty jsou vystaveny měnovému riziku v případě, že část jejich příjmů či výdajů je realizována v jiné měně, než je měna domácí. Takovými subjekty jsou zejména exportéři a importéři, kteří jsou nuceni vstupovat na devizový trh z důvodu konverze jedné měny do měny druhé. Importéři nakupují devizy na devizovém trhu za účelem úhrady svých zahraničních závazků a naopak exportéři prodávají zahraniční měnu při směně inkasovaných deviz do domácí měny. Prostřednictvím devizových trhu je také možné vzniklé závazky či pohledávky zajistit proti pohybu měnových kurzů.

Zajištění měnového rizika lze definovat jako proces, v němž daný subjekt pomocí některé z finančních operací uzavírá svou otevřenou devizovou pozici. **Uzavřenou devizovou pozici** je myšlena situace, kdy aktiva a pasiva v cizí měně jsou shodná z hlediska jejich kvantitativní výše, doby do splatnosti a způsobu a výše jejich úročení. V případě, že této shody není dosaženo, nachází se subjekt v **otevřené devizové pozici**, která je rozlišována na dlouhou a krátkou. Při *dlouhé pozici* jsou k dané době splatnosti pohledávky v dané cizí měně větší než závazky v této měně. Naopak u *krátké pozice* jsou k dané době splatnosti větší závazky v příslušné měně než pohledávky v této měně.

#### 3.1.1 Měnová expozice

Při řízení měnového rizika je nutné znát velikost tohoto rizika resp. vědět, které položky a v jakém objemu jsou tomuto riziku vystaveny. K tomuto účelu slouží tzv. měnová neboli devizová expozice, která představuje citlivost hodnoty aktiv, pasiv a cash flow vyjádřených v domácí měně na změny kurzu. Hlavním cílem řízení měnového rizika a měnové expozice není zvýšit střední hodnotu míry zisku v dlouhém období, nýbrž snížit volatilitu míry zisku v čase, neboť změna devizového kurzu může výrazným způsobem ovlivnit hodnotu aktiv, pasiv nebo budoucích cash flow. Obecné důsledky stabilizace hospodářského výsledku byly popsány v kapitole 2.

Měnovou expozici lze specifikovat několika způsoby, jak uvádí Durčáková a Mandel (2010).

- Může být vztažena k *nominálním* i *reálným* hodnotám, přičemž reálné jsou hodnoty očištěné od vlivu inflace.

- Může být vázána na *stavové* i *tokové* veličiny, to znamená, že se týká jak aktiv a pasiv, tak i cash flow.
- Může být analyzována na *brutto* základě, tedy odděleně pro jednotlivá aktiva a pasiva resp. příjmové a výdajové toky nebo na *netto* základě, tedy pro rozdíl aktiv a pasiv resp. výsledná salda příjmů a výdajů.
- Může se měřit jako citlivost hodnot vyjádřených v domácí měně jak na *skutečné*, tak i na *očekávané* a *neočekávané* změny devizových kurzů.

Obecně je měnová expozice rozlišována na:

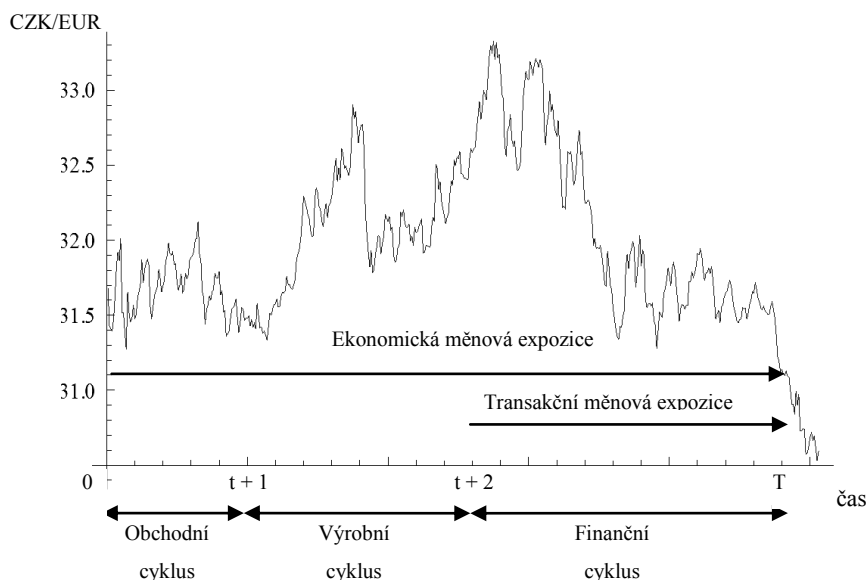
- transakční měnovou expozici,
- ekonomickou měnovou expozici,
- účetní měnovou expozici.

**Transakční měnová expozice** představuje citlivost budoucích příjmů a výdajů v cizí měně vyjádřených v měně domácí na minulé, současné a budoucí změny devizového kurzu, přičemž konečná ztráta nebo zisk v domácí měně jsou určovány až v budoucnosti při konverzi devizových úhrad a inkas do domácí měny. Tato expozice je tedy představována kontrakty, které jsou již uzavřeny, ale jejich vypořádání je uskutečněno až v budoucnu. V případě finančních institucí se může jednat o devizové transakce typu prodeje zahraničních cenných papírů, splácení devizových úvěrů, vyzvedání devizových depozit atp. U výrobních podniků jsou devizové transakce spojeny s nákupem a prodejem výrobků v zahraničí.

Transakční devizová expozice je úzce spojena s otevřenou devizovou pozicí, která byla popsána v kapitole 3.1. Zatímco na devizovou pozici je nahlíženo jako na stavovou bilanční sumu vyjádřenou v zahraniční měně, transakční devizová expozice je analýzou hodnoty budoucích devizových toků v domácí měně. Východiskem transakční expozice je kvantifikace částky v cizí měně, která by měla být zajištěna, přičemž výše této částky, může být nižší i vyšší než počáteční hodnota devizových aktiv či pasiv.

**Ekonomická měnová expozice** je definována jako citlivost budoucích firemních cash flow na budoucí změny kurzu. Tato expozice souvisí se změnou hodnoty firmy měřenou jako současnou hodnotu budoucích očekávaných peněžních toků v důsledku neočekávaných změn devizového kurzu. Ekonomická expozice je oproti transakční rozšířena o *cash flow z domácího trhu*, které je také citlivé na změny měnového kurzu z důvodu jejich vlivu na

přístupnost domácího trhu pro zahraniční subjekty a o *příjmy ze zahraničí, které jsou uskutečněny v domácí měně exportéra*. V tomto případě existuje pouze ekonomická expozice, neboť pohybem devizového kurzu je ovlivněna cena zboží pro zahraničního odběratele. Obecně lze ale konstatovat, že transakční devizová expozice je součástí ekonomické devizové expozice. Vztah mezi těmito expozicemi je znázorněn na obrázku 3.1.



**Obr. 3.1** Rozdíl mezi ekonomickou a transakční měnovou expozicí

Na obrázku 3.1 je znázorněna ekonomická a transakční expozice ve vztahu k výrobnímu, obchodnímu a finančnímu cyklu podniku zaměřeného na export. Ekonomická expozice má svůj počátek již ve fázi, v níž se firma rozhoduje o uzavření obchodního kontraktu na určité množství exportovaného zboží za danou cenu vyjádřenou v zahraniční měně. V tuto dobu (okamžik 0) je firmou sjednán provozní úvěr v domácí měně na nákup materiálu a výplatu mezd. Tato expozice dále trvá po celé období výroby, skladování hotových výrobků, dopravy a vzniku devizové pohledávky až do její úhrady (okamžik T).

Oproti tomu transakční devizová expozice vzniká až ve fázi, v níž je na straně aktiv zaznamenána pohledávka za dodané zboží (okamžik  $t + 2$ ).

Z popsané situace vyplývá, že u výrobních podniků by pozornost měla být zaměřena především na analýzu ekonomické měnové pozice, která trvá delší dobu než transakční expozice. Zatímco u finančních institucí je fáze spojená s výrobou, skladováním a dopravou daleko kratší, ztrácí toto rozlišení na významu.

Účetní neboli **translační měnová expozice** charakterizuje citlivost konsolidovaných finančních výkazů multinacionálních společností na minulé účetně zaznamenané změny devizového kurzu. Jinými slovy jak byla historická účetní data charakterizující minulý hospodářský vývoj firmy zasažena minulou účetně zasaženou změnou devizového kurzu.

### 3.1.2 Interní a externí hedging

Řízení měnového rizika a devizové expozice lze provádět jak interní, tak i externí formou. **Externí metody** zajištění jsou založeny na využívání nástrojů finančních trhů, kterými jsou zejména *finanční deriváty*, jímž jsou věnovány následující kapitoly. **Interní metody** hedgingu jsou součástí finančního řízení podniku a jako takové nejsou spojeny s uzavíráním kontraktů na finančních trzích. Jejich cílem je zejména snížení devizové expozice a řadí se mezi ně tyto techniky.

*Netting*, který je charakterizován jako vzájemný zápočet pohledávek a závazků v různých měnách a jeho provádění je relevantní u dceřiných společností v rámci koncernu. Devizová expozice je v důsledku nettingu snížena na výsledné saldo vzájemného započtení.

*Matching* je také spojen se vzájemným započtením příjmů a výdajů v zahraniční měně, ale s tím rozdílem, že jej lze provádět i vůči třetím stranám a je vyžadováno zapojení zápočtového či vyrovnávacího centra. Inkasa v dané zahraniční měně jsou tedy požitá k platbám v téže měně a tím se snižuje potřeba využívat k zajištění devizové pozice externí metody hedgingu.

*Leading* a *lagging* jsou metody, při jejichž použití jsou platby a inkasa v zahraniční měně přizpůsobovány očekávanému vývoji devizového kurzu. Leadingem je nazývána situace, v níž je očekávána depreciace kurzu domácí měny, a proto je snaha firmy zaměřena na úhradu svých závazků v cizí měně ještě před dobou splatnosti. Opačná situace, při níž je očekáváno zhodnocení domácí měny a snahou je zpozdit úhrady do zahraničí, je nazývána laggingem.

*Měnová diverzifikace* je založena na udržení stabilní hodnoty devizových aktiv a pasiv v domácí měně prostřednictvím využívání takových zahraničních měn, které jsou opačně korelovány.

*Cenová politika* je taková metoda interního hedgingu, při níž je umožněno provádět cenové změny v závislosti na očekávaném nebo skutečném vývoji devizového kurzu. Tato možnost je dána zakotvením měnové doložky do obchodní smlouvy, kterou je stanoveno, jak se změní cena zahraničního zboží v souvislosti se změnou spotového kurzu v době trvání kontraktu.

*Volba fakturační měny* souvisí s úplnou eliminací devizové expozice tím, že je preferována fakturace v domácí měně případně v zahraniční měně vyznačující se svou vysokou stabilitou k měně domácí.

### 3.2 Ocenění měnových derivátů

Základním předpokladem úspěšného zajištění finančních rizik je správné ocenění finančních derivátů. Obecně se rozlišují tři základní principy stanovení hodnoty finančních aktiv, jimiž jsou **rovnovážný přístup**, **princip nemožnosti arbitráže** a **rizikově neutrální princip**. Tyto modely jsou založeny na platnosti několika předpokladů, kterými jsou:

- *existence dokonalého trhu* – je takový trh, kde se nevyskytují daně, transakční náklady ani marže, aktiva jsou nekonečně dělitelná, tržní subjekty jsou pouze příjemci cen;
- *nehrozí nebezpečí úpadku* – jedinečné úrokové sazby pro danou splatnost;
- *nenasycenost tržních subjektů* – preferují více před méně;
- *racionální a optimální chování tržních subjektů*.

Případné porušení některých předpokladů může mít za následek situaci, kdy výsledná hodnota derivátu bude dána intervalem.

Většina metod oceňování finančních instrumentů je založena na principu nemožnosti arbitráže, proto bude pozornost zaměřena pouze na tento přístup.

#### Princip nemožnosti arbitráže

Tento přístup vychází z předpokladu nemožnosti arbitráže, čímž je myšlena situace, při níž existuje pro některá aktiva za určitých podmínek pouze jediná cena zamezující arbitráži. Arbitráží se rozumí dosažení vyššího než bezrizikového výnosu při nulovém riziku.

Podstatou principu nemožnosti arbitráže je nalezení takového portfolia  $\Pi$  složeného z finančního derivátu a určitého množství primárních aktiv tak, aby toto portfolio bylo bezrizikové.



Portfolio  $\Pi$  je bezrizikové, jestliže je možné se 100% pravděpodobností určit jeho hodnotu v budoucím čase  $T = t + \Delta t$ . Při bezrizikové sazbě  $r$  a spojitém úročení platí:

$$\Pi_T = \Pi_t \cdot e^{r \cdot \Delta t}. \quad (3.1)$$

V případě porušení této podmínky, tedy  $\Pi_T > \Pi_t \cdot e^{r \cdot \Delta t}$ , znamená, že výnos z tohoto portfolia je za daný časový úsek  $\Delta t$  větší než bezrizikový, což je okamžitě identifikováno arbitrážisty, kteří si vypůjčí maximální částku za bezrizikovou sazbu a tu poté investují do portfolia  $\Pi$ . Tato situace povede k převisu poptávky po portfoliu  $\Pi$  nad nabídkou, čímž je vyvolán růst jeho ceny a v konečném důsledku dochází k rovnováze dané (3.1).

Analogicky by při  $\Pi_T < \Pi_t \cdot e^{r \cdot \Delta t}$  docházelo ke krátkým prodejm  $\Pi$  a investování výtěžku za  $r$ . Převis nabídky nad poptávkou vyvolá tlak na pokles ceny  $\Pi$  a opět se nerovnost navrácí do stavu rovnováhy.

### 3.2.1 Ocenění měnového forwardu

Měnový forward je finanční derivát umožňující výměnu dvou měn za sjednaný kurz v budoucnu a slouží k zajištění měnového rizika zajišťovatele plynoucího z jeho očekávaných peněžních toků v cizí měně. Sjednáním tohoto kontraktu je subjekt zajištěn proti nepříznivému vývoji měnového kurzu, avšak neumožňuje mu profitovat z jeho příznivého vývoje. V případě, že se subjekt nachází v očekávané dlouhé pozici na spotovém trhu, zaujme krátkou pozici ve forwardu a tím se zajistí proti poklesu kurzu cizí měny. V opačném případě je tímto subjektem nakoupen měnový forward, kterým je chráněn proti zhodnocení kurzu cizí měny.

Ocenění měnového forwardu vychází ze spotového kurzu platného v době sjednání kontraktu a úrokového diferenciálu. Princip stanovení hodnoty forwardu na měnu pro krátkou pozici je znázorněn v tabulce 3.1, přičemž ve sloupci VÝDAJE jsou značeny příjmy (-) a výdaje (+), ve sloupci PŘÍJMY jsou naopak výdaje (-) a příjmy (+).

Měna	VÝDAJE $t$		PŘÍJMY $T$	
	EUR	CZK	EUR	CZK
Výpůjčka	$-Q \cdot e^{-r_f}$	$-Q \cdot K_t \cdot e^{-r_f}$	$-Q \cdot K_t \cdot e^{(-r_f+r_d)\cdot\Delta t}$	$-Q \cdot K_t \cdot e^{(-r_f+r_d)\cdot\Delta t}$
Nákup cizí měny	$Q \cdot e^{-r_f}$	$Q \cdot K_t \cdot e^{-r_f}$	$Q \cdot e^{-r_f} \cdot e^{r_d}$	$Q \cdot K_T$
Prodej forwardu	$-f_{t,T} \cdot Q$	$-f_{t,T} \cdot Q$	$Q \cdot (X - K_T)$	$Q \cdot (X - K_T)$
Celkem		$-f_{t,T} \cdot Q = \Pi_t$		$Q \cdot [X - K_t \cdot e^{(r_d-r_f)\cdot\Delta t}] = \Pi_T$

*Zdroj: Zmeškal, Čulík, Tichý (2005, str. 104)*

**Tab. 3.1** Ocenění krátké pozice měnového forwardu

Ocenění forwardu je založeno na podmínce nemožnosti arbitráže, proto musí platit:

$$\Pi_T = \Pi_t \cdot e^{r_d \cdot \Delta t}, \quad (3.2)$$

kde  $\Pi_t$  je hodnota portfolia v okamžiku ocenění,  $\Pi_T$  je hodnota portfolia v době zralosti,  $r_d$  je domácí bezriziková sazba a  $\Delta t$  doba do splatnosti.

Po dosazení z tabulky 3.1 do (3.2) má podmínka pro bezrizikový výnos tento tvar:

$$Q \cdot [X - K_t \cdot e^{(r_d-r_f)\cdot\Delta t}] = -f_{t,T} \cdot Q \cdot e^{r_d \cdot \Delta t} \quad (3.3)$$

a po úpravě je získána rovnice pro hodnotu měnového forwardu pro **krátkou pozici**:

$$-f_{t,T} = X \cdot e^{-r_d \cdot \Delta t} - K_t \cdot e^{-r_f \cdot \Delta t}. \quad (3.4)$$

Podmínky při vzniku forwardového kontraktu jsou z pravidla nastaveny tak, aby jeho výchozí hodnota byla nulová. Toho je dosaženo v případě rovnosti realizační ceny a tzv. forwardové ceny, která je definována jako očekávaný hodnota podkladového aktiva v době zralosti. Pro realizační cenu tedy platí:

$$f_{0,T} = 0 \Leftrightarrow X_T = K_t \cdot e^{(r_d-r_f)\cdot\Delta t}. \quad (3.5)$$

Obdobně je hodnota měnového forwardu pro **dlouhou pozici**:

$$f_{t,T} = K_t \cdot e^{-r_f \cdot \Delta t} - X \cdot e^{-r_d \cdot \Delta t}, \quad (3.6)$$

přičemž pro realizační cenu platí stejný vztah jako u krátké pozice, tedy (3.5).

### 3.2.2 Ocenění opcí na měnu

Metody oceňování opcí se obecně rozlišují do tří skupin na analytické, numerické a simulační metody.

*Analytické metody* oceňování vycházejí z matematicky odvozeného vzorce pro stanovení ceny opce a stěžejním zástupcem této skupiny je spojitý Blackův a Scholesův model oceňování opcí (Black a Scholes, 1973).

*Numerické metody* jsou založeny na aproximaci skutečného spojitého procesu diskrétními intervaly a patří zde zejména binomický, trinomický a multinomický model oceňování opcí (Cox, Ross a Rubenstein, 1979).

*Simulační metody* jsou někdy také řazeny mezi numerické a jejich podstatou je generování náhodných scénářů vývoje podkladového aktiva v době realizace a řadí se zde metoda Monte Carlo (Boyle, 1977).

#### **Blackův a Scholesův model**

Blackův a Scholesův model (BS model) byl formulován v 70. letech 20. století Fisherem Blackem, Myronem Scholesem a Robertem Mertonem a stále je díky své jednoduchosti nejvyužívanějším modelem oceňování opcí. Za tento model byla posledním dvěma zmíněným autorům udělena Nobelova cena za ekonomii; Fisher Black se této pocty nedožil.

BS model je založen na spojitě změně ve spojitém čase a je primárně modelem oceňování evropských call a put opcí na akcie bez dividend, ale je možné jej rozšířit na mnoho dalších případů. Tento model vychází z Wienerova procesu, z čehož plyne, že u ceny podkladového aktiva se předpokládá logaritmicko-normální rozdělení pravděpodobnosti. Mezi další předpoklady BS modelu patří:

- spojité obchodování s nekonečně dělitelnými aktivy,
- možnost krátkého prodeje,
- existence ideálního kapitálového trhu se zanedbatelnými transakčními náklady a daněmi a bez možnosti vzniku arbitráže,
- cena podkladového aktiva se vyvíjí dle geometrického Brownova procesu s konstantní volatilitou podkladového aktiva,

- konstantní bezriziková sazba pro všechny doby splatnosti,
- neexistence dividendového příjmu po celou dobu životnosti derivátu.

Obecné odvození ceny opce je založeno na principu nemožnosti arbitráže a vychází z vytvoření takového hedgingového portfolia  $\Pi_t$  složeného z podkladového aktiva  $S_t$  a finančního derivátu na toto aktivum  $f_t$ , aby hodnota přírůstku tohoto portfolia byla bezriziková:

$$\Pi_t = f_t - h \cdot S_t, \quad (3.7)$$

kde  $h = \frac{\partial f(t, S_t)}{\partial S_t}$  je hedgingový koeficient.

Jelikož je portfolio bezrizikové musí za podmínky nemožnosti arbitráže přinášet bezrizikový výnos:

$$\Delta \Pi = \Pi_t \cdot r \cdot \Delta t. \quad (3.8)$$

Po vyjádření přírůstku portfolia  $\Delta \Pi$  pomocí Itôovy lemy a dosazením (3.7) za  $\Pi_t$  je řešením této rovnice získána Blackova, Scholesova a Mertonova parciální diferenciální rovnice (BSM PDE), která je za daných předpokladů platná pro jakoukoliv opci:

$$\frac{\partial f(t, S_t)}{\partial t} + r \cdot S_t \cdot \frac{\partial f(t, S_t)}{\partial S_t} + \sigma^2 \cdot S_t^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial^2 f(t, S_t)}{\partial S_t^2} - r \cdot f_t = 0. \quad (3.9)$$

Ocenění konkrétní opce je závislé na její specifické výplatní funkci, kterou je jednoznačně určena hodnota opce v době zralosti.

### Hodnota plain vanilla call a put opce na měnu

Řešení BSM PDE pro evropskou call a put opci se současným rozšířením pro měnové kurzy dle modelu Garmana a Kohlhagena (viz Hull, 2005) je následující:

$$c^{vanilla} = e^{-r_f \Delta t} \cdot K_0 \cdot N(d_1) - e^{-r_d \Delta t} \cdot X \cdot N(d_2), \quad (3.10)$$

$$p^{vanilla} = e^{-r_d \Delta t} \cdot X \cdot N(-d_2) - e^{-r_f \Delta t} \cdot K_0 \cdot N(-d_1), \quad (3.11)$$

kde  $c^{vanilla}$  je hodnota plain vanilla call opce na měnu,  $p^{vanilla}$  je hodnota plain vanilla put opce na měnu,  $K_0$  je měnový kurz,  $X$  je realizační cena opce,  $t$  je doba do splatnosti opce,  $r_f$  je zahraniční bezriziková sazba,  $r_d$  je domácí bezriziková sazba a  $N$  je distribuční funkce normovaného normálního rozdělení, přičemž

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{K_0}{X}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot \Delta t}{\sigma \cdot \sqrt{\Delta t}}, \quad (3.12)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \cdot \sqrt{\Delta t}. \quad (3.13)$$

### Hodnota digitální call a put opce na měnu

Pro hodnotu **cash-or-nothing** call a put opce na měnu platí tyto rovnice:

$$c_{cash}^{digital} = C \cdot e^{-r_d \cdot \Delta t} \cdot N(d_2), \quad (3.14)$$

$$p_{cash}^{digital} = C \cdot e^{-r_d \cdot \Delta t} \cdot N(-d_2), \quad (3.15)$$

kde  $p_{cash}^{digital}$  je hodnota digitální cash-or-nothing call opce,  $p_{cash}^{digital}$  je hodnota digitální cash-or-nothing put opce a  $C$  je dohodnutá částka, která bude v případě splnění podmínek vyplacena.

### Ocenění měnového short range forwardu

Range forward se řadí mezi exotické opce typu zero cost package a proto je nutné zvolit realizační ceny tak, aby hodnota kontraktu při iniciaci byla nulová. Přičemž pro realizační cenu put opce  $X_1$  platí:

$$X_1 = \frac{K_0 - X}{\sqrt{\frac{1}{dt}}} - K_0, \quad (3.16)$$

kde  $X$  je realizační cena plain vanilla opce.

Realizační cena call opce  $X_2$  je dopočtena tak, aby byl splněn požadavek na nulové počáteční náklady:

$$p(X_1) \cdot e^{r_d \cdot \Delta t} \cdot q_1 = c(X_2) \cdot e^{r_d \cdot \Delta t} \cdot q_1, \quad (3.17)$$

kde  $p(X_1)$  je cena put opce s realizační cenou  $X_1$ ,  $c(X_2)$  je cena call opce s realizační cenou  $X_2$ ,  $q_1$  je množství put opcí a  $q_2$  je množství call opcí, přičemž  $q_1 = q_2$ .

Výplatu z short range forwardu v době zralosti lze chápat jako finanční tok z portfolia:

$$\Pi = F_{0,T} + p^{vanilla}(X_1) - c^{vanilla}(X_2), \quad (3.18)$$

z čehož lze odvodit následující obecný vztah pro hodnotu range forwardu:

$$f_{t,T}^{RF} = K_t - e^{-r_d \cdot \Delta t} \cdot \mathcal{F}_{t,T} + p(X_1) - c(X_2), \quad (3.19)$$

kde  $\mathcal{F}_{t,T} = K_t \cdot e^{r_d \cdot \Delta t}$  je forwardová cena.

Z rovnic (3.17) a (3.19) plyne, že hodnota short range forwardu v okamžiku uzavření je nulová:

$$f_{0,T}^{RF} = 0.$$

## Binomický model

Binomický model byl publikován v 70. letech 20. století Coxem, Rossem a Rubinsteinem (1979) jako zjednodušující aproximace spojitého BS modelu. Jedná se o diskrétní model, pro který je charakteristické, že cena aktiva vykazuje v diskrétním čase diskrétní přírůstky. Předností oproti BS modelu je jeho aplikovatelnost také na americké opce či opce se složitou výplatní funkcí, avšak je na něj nahlíženo jako na značné zjednodušení reality.

Binomický model vychází z podmínky nemožnosti arbitráže a princip oceňování opcí dle tohoto modelu spočívá v tom, že z jednoho výchozího stavu může následně dojít pouze k růstu nebo poklesu ceny podkladového aktiva. V rámci binomického modelu jsou rozlišovány dva přístupy ke stanovení ceny opce, jimiž jsou replikační a hedgingové strategie.

Při oceňování evropských opcí pomocí **replikační strategie** je vytvořeno portfolio z podkladového aktiva a bezrizikového aktiva  $C$  tak, aby se vždy hodnota portfolio rovnala hodnotě derivátu. Cena opce dle této strategie je stanovena takto:

$$C_t = (1 + r)^{-\Delta t} \cdot C_{t+\Delta t}^u \cdot \underbrace{\left[ \frac{(1 + r)^{\Delta t} \cdot K_t - K_{t+\Delta t}^d}{K_{t+\Delta t}^u - K_{t+\Delta t}^d} \right]}_p + C_{t+\Delta t}^d \cdot \underbrace{\left[ \frac{K_{t+\Delta t}^u - (1 + r)^{\Delta t} \cdot K_t}{K_{t+\Delta t}^u - K_{t+\Delta t}^d} \right]}_{(1-p)}, \quad (3.20)$$

kde  $u$  a  $d$  jsou indexy růstu a poklesu,  $K_{t+\Delta t}^u$  je růst měnového kurzu,  $K_{t+\Delta t}^d$  je pokles měnového kurzu,  $C_{t+\Delta t}^u$  je hodnota portfolio v čase  $t + \Delta t$  při růstu měnového kurzu,  $C_{t+\Delta t}^d$  je hodnota portfolio v čase  $t + \Delta t$  při poklesu měnového kurzu,  $p$  je rizikově neutrální pravděpodobnost růstu a  $(1 - p)$  rizikově neutrální pravděpodobnost poklesu.

U **hedgingové strategie** je vytvořeno portfolio z podkladového aktiva a opce tak, aby jeho výnos byl bezrizikový. Hodnota takového portfolio bude na konci období stejná, ať dojde k pohybu měnového kurzu směrem dolů či nahoru. Proto lze cenu opce formulovat dvojím způsobem:

$$C_t = h \cdot K_t - (h \cdot K_{t+\Delta t}^u - C_{t+\Delta t}^u) \cdot (1 + r)^{-\Delta t}, \text{ nebo} \quad (3.21)$$

$$C_t = h \cdot K_t - (h \cdot K_{t+\Delta t}^d - C_{t+\Delta t}^d) \cdot (1 + r)^{-\Delta t}, \quad (3.22)$$

kde  $h$  je hedgingové koeficient (množství podkladových aktiv), přičemž

$$h = \frac{C_{t+\Delta t}^u - C_{t+\Delta t}^d}{K_{t+\Delta t}^u - K_{t+\Delta t}^d}. \quad (3.23)$$

## Simulace Monte Carlo

Simulace Monte Carlo je vhodná metoda pro oceňování opcí se složitějšími výplatními funkcemi. Při její aplikaci jsou nejprve vygenerovány náhodné prvky z požadovaného rozdělení pravděpodobnosti a na jejich základě je zjištěna očekávaná hodnota derivátu v době zralosti. Diskontováním této hodnoty bezrizikovou sazbou je dosaženo výchozí hodnoty opce.

V případě, že výplata derivátu  $f_t$  je dána pouze cenou podkladového aktiva, reprezentovaného měnovým kurzem, v době zralosti  $K_T$ , lze odhad hodnoty derivátu  $\hat{f}_t$  zapsat takto:

$$f_t \approx \tilde{f}_t = e^{-r_d \cdot \Delta t} \cdot \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N V_H(K_T^{(n)}), \quad (3.25)$$

přičemž  $K_T^{(n)}$  je dle GB procesu dáno:

$$K_T^{(n)} = K_t \cdot e^{\left[\left(\hat{\mu} - \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot \Delta t + \sigma \cdot \sqrt{\Delta t} \cdot \epsilon^{(n)}\right]} \quad (3.26)$$

a dle VG procesu má podobu:

$$K_T^{(n)} = K_t \cdot e^{(\hat{\mu} \cdot t + \theta \cdot g_t + \vartheta \cdot \sqrt{g_t} \cdot \epsilon^{(n)} - \omega \cdot t)}, \quad (3.27)$$

kde  $\hat{\mu}$  je očekávaný výnos v rizikově neutrálním prostředí,  $\sigma$  je směrodatná odchylka výnosů měnového kurzu  $K$  v ročním vyjádření, a  $\epsilon^{(n)}$  je náhodný prvek z  $N(0,1)$  pro  $n$ -tý scénář.  $\theta$ ,  $\vartheta$  a  $\omega$  jsou parametry VG procesu.

### 3.3 Částečný hedging

Na hedging je možné nahlížet z mnoha úhlů pohledu, jak bylo ukázáno v úvodu kapitoly 3. Jedním z nich je členění hedgingu podle stupně zajištění na dokonalý hedging, superhedging, částečný hedging a v této souvislosti lze zde zmínit i nezajištěné portfolio.

K realizaci zmíněných strategií je nutné na trhu nalézt takový derivát, který bude splňovat jejich daná specifika. To je však v praxi velice obtížné, neboť se většinou jedná o deriváty se složitými výplatními funkcemi, a proto je často uplatňován postup zvaný **replikace opce**, viz Tichý (2004). Tato metoda spočívá ve vytvoření portfolia z několika běžně dostupných opcí s jednoduchými výplatními funkcemi, které bude mít ve výsledku požadovanou výplatní funkci.

Cílem **dokonalého zajištění** je nalezení takového portfolia  $H$ , které bude cílený derivát  $f$  dokonale replikovat. Hodnota takového portfolia v době realizace  $T$  by tedy měla odpovídat hodnotě replikovaného derivátu s pravděpodobností  $\alpha$ , která je rovna jedné:

$$\Pr(H_T = f_T) = \alpha, \text{ kde } \alpha = 1. \quad (3.2\text{á})$$

Za předpokladu nemožnosti arbitráže a existence dokonalého trhu musí také platit rovnost jejich hodnot na počátku,  $H_0 = f_0$ .

Velikost vstupního kapitálu  $K$  v případě dokonalého zajištění odpovídá hodnotě replikačního portfolia na počátku,  $K = H_0$ .

V případě **superhedgingu** je prováděna tzv. superreplikace, která spočívá v nalezení replikačního portfolia  $H$ , jehož hodnota v čase  $T$ , nebude nikdy menší, než hodnota replikovaného derivátu  $f$ :

$$\Pr(H_T \geq f_T) = \alpha, \text{ kde } \alpha = 1. \quad (3.29)$$

Pro počáteční hodnoty portfolia a derivátu musí opět platit  $H_0 \geq f_0$  a pro vstupní kapitál  $K \geq f_0$ , neboť na dosažení vždy aspoň minimálně stoprocentní úspěšnosti je potřeba vynaložit velké množství kapitálu.

Podstatou **částečného zajištění** je snížení počátečních nákladů na zajištění za cenu toho, že část rizika zůstane nekrytá. Jestliže zajišťovatel nemá dostatek kapitálu na úplnou eliminaci měnového rizika např. pomocí superhedgingu nebo dokonalého hedgingu, zvolí



strategii částečného zajištění, díky níž je možné snížit riziko na přijatelnou úroveň při nižší potřebě vstupního kapitálu.

U této strategie je derivát  $f$  replikován pouze z části, nejčastěji je replikační portfolio dáno jako určité procento replikovaného derivátu. Ze samotného principu částečného hedgingu vyplývá, že úspěšnost této strategie bude vždy menší než jedna:

$$\Pr(H_T \geq f_T) = \alpha, \text{ kde } \alpha < 1 \quad (3.30)$$

a množství vloženého kapitálu bude menší než hodnota derivátu,  $K < f_0$ .

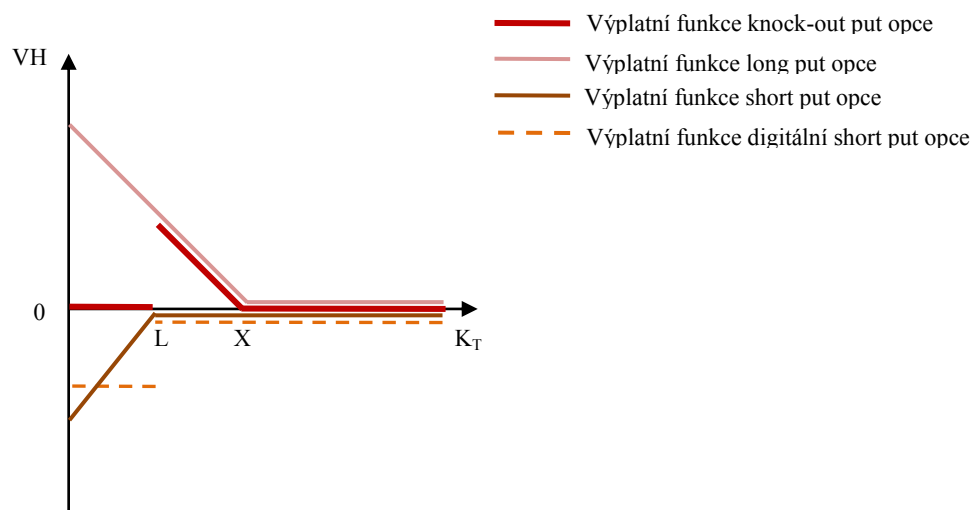
Z časového hlediska lze replikaci opce členit na statickou a dynamickou. **Dynamická replikace** vychází z předpokladů spojitého obchodování, dokonalého trhu a nemožnosti arbitráže, přičemž je nalezeno takové portfolio, které má v každém okamžiku stejnou hodnotu jako replikovaný derivát.

U **statické replikace** je vytvořeno portfolio z konečného množství běžných opcí a jiných derivátů, jejichž počet je po celou dobu životnosti neměnný. Smyslem je, aby hodnota tohoto portfolia byla na počátku i na konci stejná, jako hodnota replikovaného derivátu, přičemž není předpokládáno spojité obchodování. Tato metoda je nejčastěji používána při replikaci bariérových opcí s tím, že je upřednostňována replikace výplatní funkce cíleného derivátu pouze v době zralosti nebo na bariéře.

### 3.3.1 Quantile hedging

Pojetí quantile hedgingu dle Fölmera a Leukerta (1999) vychází zejména ze dvou parametrů, jimiž jsou velikost dostupného kapitálu  $K$  a pravděpodobnost úspěchu této strategie  $\alpha$ . Jestliže je jeden parametr zadán, druhý je dopočten tak, aby bylo dosaženo nejlepší možné varianty řešení. Svou podstatou je tedy quantile hedging podobný metodě Value at Risk.

Pro potřeby této diplomové práce byla v rámci quantile hedgingu zvolena statická replikace výplatní funkce **knock-out put opce** na měnu v době zralosti, jejíž postup je graficky znázorněn na obrázku 3.2.



**Obr. 3.2** Statická replikace knock-out put opce

Výplatní funkce knock-out put opce má tvar jednoduché long put opce, která přestává existovat, když měnový kurz dosáhne dolní bariéry  $L$ . Její statická replikace je proto provedena pomocí long put opce s realizační cenou  $X$ , short put opce s realizační cenou  $L$  a digitální short cash-or-nothing put opce rovněž s realizační cenou  $L$  a bariérou platnou pouze v době zralosti  $T$ . Zařazení digitální opce do této replikace umožňuje vynulování výplatní funkce long put opce na bariéře, jelikož velikost výplaty je zde rovna  $X - L$ . Kombinace všech tří použitých opcí pak způsobí vynulování výplatní funkce za bariérou. Výsledná vnitřní hodnota replikačního portfolia  $H$  má tento zápis:

$$VH_H = \begin{cases} X - K_T, & K_T \in (L; X). \\ 0, & \text{jinak} \end{cases} \quad (3.31)$$

Hodnotu replikačního portfolia  $H$  složeného z long put opce, short put opce a digitální short cash-or-nothing put opce lze formálně zapsat takto:

$$H = p^{vanilla}(X) - p^{vanilla}(L) - p_{cash}^{digital}(L) \cdot (X - L). \quad (3.32)$$

V případě aplikace quantile hedgingu je možné stanovit výši kapitálu, kterou je zajišťovatel schopen na snížení rizika uvolnit, přičemž je maximalizována pravděpodobnost úspěchu této strategie:

$$\Pr(H_T \geq f_T) \rightarrow \max \quad (3.33)$$

Úroveň vstupního kapitálu  $k$ , je v tomto případě možné stanovit jako poměr hodnoty replikačního portfolia  $H$  a hodnoty long put opce  $p^{vanilla}$ :

$$k = \frac{H}{p^{vanilla}}, \quad \text{kde } k < 1. \quad (3.34)$$

Obdobně lze také stanovit pravděpodobnost, že strategie bude úspěšná a minimalizovat přitom náklady na zajištění.

### 3.4 Pasivní strategie

Pasivní strategie je záměrně zmíněna až na konec, neboť zde nelze hovořit o zajištění v pravém slova smyslu. Podnik v této situaci neprovádí žádné kroky k zajištění své měnové pozice a v okamžiku uskutečnění transakce k prodeji resp. nákupu cizí měny na spotovém trhu za aktuálně platný kurz.

Podnik se v takovém případě nachází v nekryté pozici a v případě nepříznivého vývoje devizového kurzu dochází ke ztrátě, která je způsobena odlišností aktuálního směnného kurzu od kurzu platného v době sjednání obchodu. Obdobně pokud dochází k příznivému vývoji měnového kurzu, podnik z této transakce profituje.

## 4 Aplikace vybraných metod ve výrobním podniku

Náplní této části diplomové práce bude aplikace zvolených hedgingových strategií ve výrobním podniku<sup>1</sup>, který je součástí celosvětového koncernu.

Hlavní část produkce této společnosti je směřována na export a to zejména do Západní Evropy, proto jsou finanční toky z prováděných obchodů v naprosté většině vyjádřeny v eurech. Díky charakteru své obchodní činnosti je tedy tento podnik vystaven především měnovému riziku plynoucího z kolísání kurzu CZK/EUR.

V této společnosti je hedging měnového rizika prováděno formou měnových zajišťovacích instrumentů na nákup resp. prodej dané měny po dohodě s koncernovým finančním centrem. Používanými měnovými nástroji jsou v současné době pouze forwardy.

Měnovým rizikem se v této společnosti rozumí možnost případných ztrát vzniklých kolísáním devizových kurzů na finančních trzích, pokud jsou tato rizika v měně, u které má společnost nevyrovanou měnovou bilanci. Měnová bilance se tvoří jednou měsíčně na následujících 12 měsíců na základě příslušné účetní závěrky, aktuálního stavu zakázek a objednávek a také plánu. Konkrétní podoba měnové bilance je rozepsána v tabulce 4.1

a)	+	Očekávaná inkasa ze stávajících pohledávek
	-	Očekávané platby ze stávajících závazků
b)	+	Očekávaná inkasa ze stávajících zakázek odběratelů
	+	Očekávaná inkasa z plánovaných zakázek odběratelů
c)	-	Očekávané platby ze stávajících objednávek dodavatelům
	-	Očekávané platby z plánovaných objednávek dodavatelům
Σ	+/-	<b>Celková měnová pozice</b>

**Tab. 4.1** Měnová bilance

Celková měnová pozice vypočtená z měnové bilance může být kladná i záporná. V případě kladného výsledku v měnové bilanci se společnost nachází v očekávané dlouhé pozici na spotovém trhu a znamená to, že očekává přijetí plateb v eurech, které je nucena zajistit zaujmutím krátké pozice ve forwardu.

V opačném případě společnost předpokládá úhradu svých závazků vůči dodavatelům a nachází se v očekávané krátké pozici na spotovém trhu, kterou zajistí nákupem forwardu.

<sup>1</sup> Název tohoto podniku nebude na přání vedení v této diplomové práci zveřejněn.

Společnost zajišťuje své měnové riziko vždy na celý obchodní rok, který začíná v říjnu a končí v září následujícího roku. Měnové riziko je v rámci tohoto podniku zajišťováno ve výši minimálně 75% z očekávané měnové pozice. Tato minimální hranice je dána nařízením koncernu.

Na základě údajů poskytnutých touto společností bude pomocí vybraných hedgingových strategií zajišťováno měnové riziko na celé období obchodního roku 2009/2010. V tabulce 4.2 jsou uvedeny uzavřené forwardové kontrakty touto společností na jednotlivé měsíce daného obchodního roku. Z těchto údajů bude vycházeno i u ostatních vybraných strategií, kterými jsou:

- forward,
- put opce,
- short range forward,
- quantile hedging a
- pasivní strategie.

Zajištění pomocí forwardu je zde znovu uvedeno záměrně, neboť společnost své kontrakty uzavírá přes koncernové finanční centrum, které provádí vlastní výpočet forwardového kurzu, jehož součástí může být marže za zprostředkování termínovaného obchodu či naopak zvýhodnění díky propojenosti osob v rámci koncernu. Z tohoto důvodu nedochází k rovnosti realizační ceny a forwardové ceny, což vede k tomu, že hodnota forwardu v okamžiku uzavření není nulová.

Expozice	Měna	Datum uzavření	Datum vypořádání	Realizační cena	Doba trvání (obchodní dny)
7 000 000	EUR	18.11.2008	30.10.2009	25,7193	238
7 000 000	EUR	18.11.2008	30.11.2009	25,7153	260
7 000 000	EUR	18.11.2008	30.12.2009	25,7123	282
7 000 000	EUR	18.11.2008	29.1.2010	25,7073	304
7 000 000	EUR	18.11.2008	26.2.2010	25,7003	326
7 000 000	EUR	18.11.2008	31.3.2010	25,6908	348
7 000 000	EUR	18.11.2008	30.4.2010	25,6813	370
7 000 000	EUR	18.11.2008	31.5.2010	25,6713	392
7 000 000	EUR	18.11.2008	30.6.2010	25,6548	414
7 000 000	EUR	18.11.2008	30.7.2010	25,6423	436
7 000 000	EUR	18.11.2008	31.8.2010	25,6273	458
7 000 000	EUR	18.11.2008	30.9.2010	25,6123	480

**Tab. 4.2** Vstupní údaje o kontraktech

Z tabulky 4.2 je patrné, že zajišťována je vždy stejně velká měnová pozice, jejíž výše vychází z měnových bilancí sestavených v listopadu 2008. Jak již bylo zmíněno, měnová bilance je aktualizována každý měsíc a pokud by bylo zjištěno, že měnová expozice je výrazně vyšší než se původně očekávalo, a je tedy kryto méně než 75% z aktuální devizové pozice, bylo by nutné provést dozajištění. V opačném případě, kdy by bylo zajištěno více než sto procent aktuální devizové pozice, bylo by nutné uzavřít protiobchod na nákup eur.

Ani jedna z těchto situací v daném obchodním roce nenastala a proto se ke každému měsíci váže pouze jeden kontrakt, znějící na částku 7 mil. EUR. Jelikož je tato částka kladná, nachází se společnost v očekávané dlouhé pozici na spotovém trhu a zajištění je provedeno prodejem forwardu. V době realizace tedy dojde k prodeji 7 mil. EUR za příslušné forwardové kurzy.

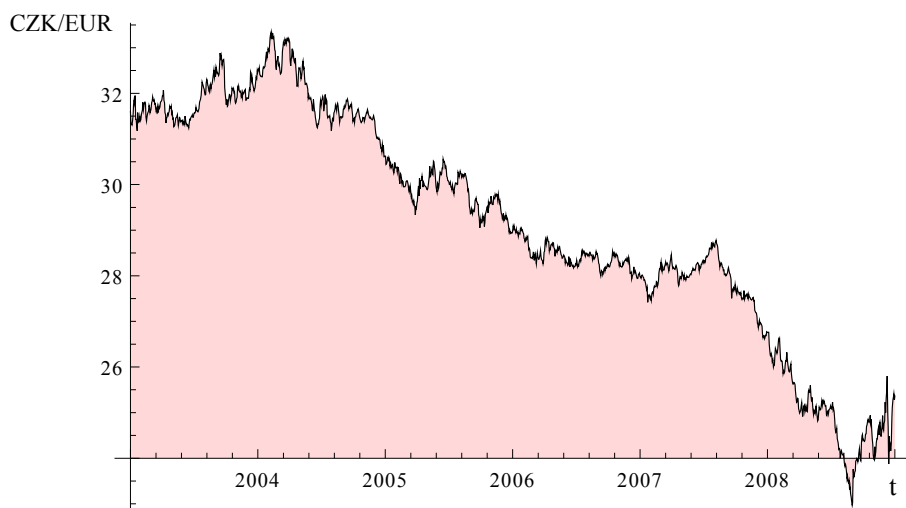
U všech použitých strategií bude dále zkoumán vliv na celkové cash flow této společnosti za obchodní rok 2009/2010, který bude získán převodem jednotlivých efektů k poslednímu dni daného obchodního roku pomocí bezrizikové sazby. Hodnocení jednotlivých strategií bude provedeno podle těchto kritérií:

- střední hodnota,
- směrodatná odchylka,
- nejlepší výsledek,
- nejhorší výsledek,
- medián,
- šikmost a
- špičatost.

## 4.1 Simulace Monte Carlo

Východiskem pro aplikaci a následného posouzení vlivu jednotlivých hedgingových strategií je odhad výše měnového kurzu v době realizace. Pro získání tohoto odhadu bude použita simulace Monte Carlo, pomocí níž bude nasimulováno 10 000 scénářů vývoje kurzu CZK/EUR, přičemž budou uvažovány dva typy procesu, podle nichž se tento kurz bude vyvíjet. Těmito procesy jsou **geometrický Brownův proces (GB proces) s logaritmickými cenami** a **Variance gama process (VG proces)**. Je však nutno zdůraznit, že ocenění derivátů je v obou případech provedeno na základě GB procesu. Simulace bude provedena v programu Wolfram Mathematica.

Aby mohla být použita simulace Monte Carlo, je pro obě varianty v první řadě nutné zjistit spojitý výnos kurzu, jejich střední hodnotu a směrodatnou odchylku. V případě VG procesu je navíc potřebné znát parametr šikmosti a špičatosti. Tyto parametry jsou získány z historické časové řady kurzu CZK/EUR, dostupné na internetových stránkách České národní banky<sup>2</sup>. Byly použity denní kurzy za období od 2. 1. 2003 do 14. 11. 2008, jejichž výčet je obsahem přílohy 1 a graficky je vývoj kurzu koruny vůči euru zachycen na obrázku 4.1.



**Obr 4.1** Vývoj kurzu CZK/EUR v letech 2003-2008

Z dané historické časové řady jsou nejprve vypočteny **spojité výnosy** devizového kurzu, a to na základě vztahu:

$$R_{i,t} = \ln \frac{K_t}{K_{t-1}}, \quad (4.1)$$

kde  $R_t$  je spojitý výnosy  $i$ -tého kurzu v čase  $t$ , který je vyjádřen v procentech,  $K_t$  je měnový kurz v čase  $t$  a  $K_{t-1}$  je měnový kurz v čase  $t-1$ .

Z těchto spojitých výnosů je vypočten **očekávaný výnos** dle vztahu:

$$E(R_i) = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N R_{i,t}, \quad (4.2)$$

kde  $E(R_i)$  je očekávaný výnos (střední hodnota)  $i$ -tého kurzu a  $N$  počet sledovaných hodnot v časové řadě.

---

<sup>2</sup> [www.cnb.cz](http://www.cnb.cz)

Jelikož jsou vstupní data sledována v denních intervalech, je nutné střední hodnotu výnosu převést na roční bázi. Tato úprava je provedena vynásobením  $E(R)$  počtem obchodních dní v roce, tedy  $E(R_i)_r = E(R_i) \cdot 250$ .

**Rozptyl** výnosu kurzu je dán vztahem:

$$\sigma^2 = \text{var}(R_i) = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N [R_{i,t} - E(R_i)]^2, \quad (4.3)$$

kde  $\text{var}(R_i)$  je rozptyl  $i$ -tého kurzu.

Pro vyjádření p.a. je opět nutné hodnotu rozptylu vynásobit počtem obchodních dní v roce, tedy  $\sigma_r^2 = \sigma^2 \cdot 250$ .

**Směrodatná odchylka** je pak vyjádřena jako odmocnina z rozptylu, tedy:

$$\sigma = \sqrt{\text{var}(R_i)} \quad (4.4)$$

kde  $\sigma$  je směrodatná odchylka daného kurzu.

Roční směrodatná odchylka je pak vyjádřena jako násobek směrodatné odchylky vyjádřené na denní bázi a odmocniny z počtu obchodních dní v roce, tedy  $\sigma_r = \sigma \cdot \sqrt{250}$ .

Parametr **šikmosti** je vypočten na základě tohoto obecného vztahu:

$$S = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [R_{i,t} - E(R_i)]^3}{\sigma^3}. \quad (4.5)$$

**Špičatost** je dána následujícím vztahem:

$$K = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [R_{i,t} - E(R_i)]^4}{\sigma^4}. \quad (4.6)$$



V tabulce 4.3 jsou pro lepší přehlednost uvedeny veškeré parametry, které je nutné znát nejen pro provedení simulace Monte Carlo, ale i k ocenění použitých derivátů a zjištění efektu z aplikovaných strategií. Vypočtené parametry dle (4.2), (4.3), (4.4) jsou ve vyjádření p.a.

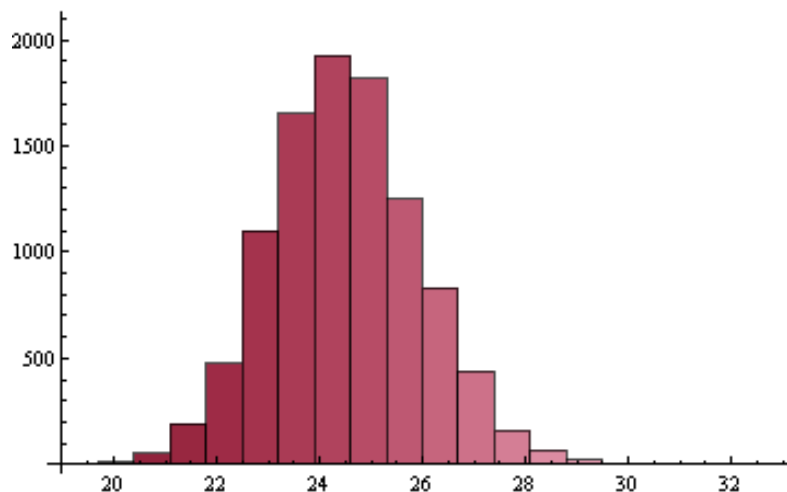
Parametr	Označení	Hodnota	Parametr	Označení	Hodnota
<b>Střední hodnota</b>	$E(R_i)_r$	-0,0370	<b>Gama rozptyl</b>	$\nu$	4,4531
<b>Rozptyl</b>	$\sigma_r^2$	0,0036	<b>Množství prodávaných EUR</b>	$Q$	7 000 000
<b>Směrodatná odchylka</b>	$\sigma_r$	0,0598	<b>Výchozí kurz CZK/EUR</b>	$S_0$	25,365
<b>Šikmost</b>	$S$	-0,0629	<b>Zahraniční bezriziková sazba</b>	<i>Euribor 12M</i>	4,85 %
<b>Špičatost</b>	$K$	16,3621	<b>Domácí bezriziková sazba</b>	<i>Pribor 12M</i>	4,45 %
<b>Volatilita</b>	$\vartheta$	0,0598	<b>Množství opcí</b>	$q$	70
<b>Gama šikmost</b>	$\theta$	-0,0003	<b>Korekční faktor</b>	$\omega$	0,0015
<b>Forwardový kurz pro <math>i</math>-tý kontrakt</b>	$X_{10/09}$	25,7193	<b>Doba trvání <math>i</math>-tého kontraktu (<math>t - T</math>)</b>	$\Delta t_{10/09}$	238/250
	$X_{11/09}$	25,7153		$\Delta t_{11/09}$	260/250
	$X_{12/09}$	25,7123		$\Delta t_{12/09}$	282/250
	$X_{01/10}$	25,7073		$\Delta t_{01/10}$	304/250
	$X_{02/10}$	25,7003		$\Delta t_{02/10}$	326/250
	$X_{03/10}$	25,6908		$\Delta t_{03/10}$	348/250
	$X_{04/10}$	25,6813		$\Delta t_{04/10}$	370/250
	$X_{05/10}$	25,6713		$\Delta t_{05/10}$	392/250
	$X_{06/10}$	25,6548		$\Delta t_{06/10}$	414/250
	$X_{07/10}$	25,6423		$\Delta t_{07/10}$	436/250
	$X_{08/10}$	25,6273		$\Delta t_{08/10}$	458/250
	$X_{09/10}$	25,6123		$\Delta t_{09/10}$	480/250

Tab. 4.3 Vstupní parametry

#### 4.1.1 Simulace Monte Carlo na základě GB procesu

Východiskem simulace Monte Carlo za předpokladu, že se devizový kurz vyvíjí dle GBP s logaritmickými cenami, je vygenerování náhodného prvku  $\epsilon$  z normovaného normálního rozdělení  $N(0,1)$ . Následně je proveden výpočet kurzů platných v době realizace jednotlivých kontraktů dle vztahu (3.26), přičemž je vždy nutné zohlednit příslušnou dobu trvání daného kontraktu. V konečném důsledku je získáno dvanáct histogramů pravděpodobnostního rozdělení kurzu v době realizace každého kontraktu.

Na obrázku 4.2 je zobrazen histogram nasimulovaných hodnot kurzu pro první kontrakt, k jehož vypořádání dojde v čase  $t_{238}$ .

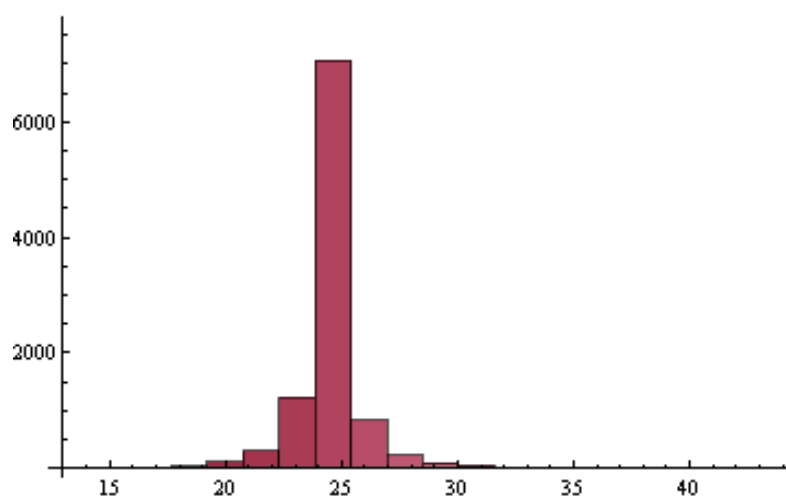


**Obr. 4.2** Pravděpodobnostní rozdělení kurzu CZK/EUR k 30.10.2009 na základě GB procesu

#### 4.1.2 Simulace Monte Carlo na základě VG procesu

Jestliže se cena podkladového aktiva neboli měnový kurz vyvíjí dle VG procesu, je vedle náhodného prvku  $\epsilon$  z normovaného normálního rozdělení  $N(0,1)$  rovněž nutné vygenerovat náhodný prvek  $g$  z gama rozdělení  $G(1, \frac{1}{\nu})$ . Následně jsou dopočteny parametry VG procesu podle tabulky 3.3. Dynamika ceny podkladového aktiva je pak dána vztahem (3.27), přičemž korekční faktor  $\omega$  je propočten dle (2.38).

VG pravděpodobnostní rozložení měnových kurzů v době zralosti prvního kontraktu je znázorněno na obrázku 4.3.



**Obr. 4.2** Pravděpodobnostní rozdělení kurzu CZK/EUR k 30.10.2009 na základě VG procesu

## 4.2 Zajištění forwardem

Riziko plynoucí z nevyrovnané měnové bilance je zvolenou společností zajištěno prodejem forwardových kontraktů, které umožňují směnu inkasovaných EUR za CZK vždy k poslednímu dni obchodního roku 2009/2010 za předem stanovený kurz, který je po celou dobu životnosti kontraktů neměnný.

### 4.2.1 Ocenění forwardu

Při oceňování forwardu je realizační cena obvykle upravena tak, aby jeho výchozí hodnota byla nulová. Jak již bylo zmíněno, u uzavřených kontraktů touto společností byl forwardový kurz stanoven koncernovým finančním centrem, a proto v tomto případě uvedené pravidlo neplatí.

V závislosti na výši forwardového kurzu mohou u **krátké pozice ve forwardu** nastat dvě situace. Jestliže je realizační cena forwardu  $X_{t,T}^F$  vyšší než forwardová cena  $\mathcal{F}_{t,T}$ , je hodnota forwardu  $f$  v čase  $t_0$  kladná, což lze zapsat takto:

$$X_{t,T}^F > \mathcal{F}_{t,T} \Rightarrow f_{0,T} > 0. \quad (4.7)$$

V opačném případě, pokud je realizační cena nižší, než forwardová cena je hodnota forwardu záporná, tedy:

$$X_{t,T}^F < \mathcal{F}_{t,T} \Rightarrow f_{0,T} < 0. \quad (4.8)$$

Ocenění uzavřených forwardových kontraktů bylo provedeno na základě vztahu (3.4), přičemž byly použity hodnoty proměnných, jejichž výčet je uveden v tabulce 4.3.

Výsledné hodnoty v korunách na 1 euro všech forwardových kontraktů, které byly uzavřeny za účelem zajištění měnového rizika v obchodním roce 2009/2010 jsou uvedeny v tabulce 4.4 v prvním řádku.

Označení	$f_{10/09}$	$f_{11/09}$	$f_{12/09}$	$f_{01/10}$	$f_{02/10}$	$f_{03/10}$	$f_{04/10}$	$f_{05/10}$	$f_{06/10}$	$f_{07/10}$	$f_{08/10}$	$f_{09/10}$
Hodnota CZK na 1 EUR	0,431	0,434	0,438	0,439	0,439	0,437	0,435	0,432	0,423	0,418	0,410	0,403
Hodnota celkem v CZK (mil.)	3,016	3,036	3,063	3,076	3,076	3,059	3,042	3,022	2,960	2,924	2,872	2,821

**Tab. 4.4** Hodnoty forwardů

Z tabulky 4.4 je zřejmé, že sjednané forwardové kurzy jsou u všech kontraktů větší, než příslušné forwardové ceny, neboť hodnoty forwardů v okamžiku uzavření jsou kladné. V tomto případě by měl podnik při prodeji těchto forwardů zaplatit částky v korunách, dané jako násobek zajišťované měnové pozice (7 mil. EUR) a příslušné hodnoty forwardu viz druhý řádek tabulky 4.4.

#### 4.2.2 Efekt z forwardu

Efekt z této strategie pro  $i$ -té zajišťované období je vypočten jako:

$$E_i^F = Q \cdot X_i - Q \cdot f_i \cdot e^{r_d \cdot \Delta t_i} \quad (4.9)$$

Celkový efekt za daný obchodní rok je pak získán jako suma jednotlivých efektů, přičemž je uvažováno spojitě úročení:

$$E_{total}^F = \sum_{i=1}^{12} E_i^F \cdot e^{r_d \cdot \frac{1}{12} \cdot (12-i)}. \quad (4.10)$$

Vliv této strategie na celkové cash-flow je zobrazen v obrázku 4.4 pomocí histogramu, kde na ose  $x$  jsou příjmy v CZK a na ose  $y$  četnosti. Samostatné efekty, příslušné každému z dvanácti kontraktů jsou uvedeny v příloze 2.



**Obr. 4.4** Efekt z forwardu s  $X$

Z obrázku 4.3 vyplývá, že celkové cash-flow plynoucí z kontraktů uzavřených na celý obchodní rok 2009/2010 má k 30.9.2010 hodnotu 2,17051 mld. CZK.

Pro porovnání byl také zjišťován vliv této strategie za podmínky nulové hodnoty forwardu v okamžiku jeho sjednání. Aby bylo této situace dosaženo, bylo nutné upravit realizační ceny forwardů dle (3.5), přičemž byly získány tyto hodnoty:

Označení	$X_{10/09}^F$	$X_{11/09}^F$	$X_{12/09}^F$	$X_{01/10}^F$	$X_{02/10}^F$	$X_{03/10}^F$	$X_{04/10}^F$	$X_{05/10}^F$	$X_{06/10}^F$	$X_{07/10}^F$	$X_{08/10}^F$	$X_{09/10}^F$
Hodnota CZK na 1EUR	25,27	25,26	25,25	25,24	25,24	25,23	25,22	25,21	25,20	25,19	25,18	25,17

**Tab. 4.5** Realizační ceny forwardů

V tomto případě je tedy dosaženo rovnosti forwardové ceny a realizační ceny forwardu, tedy:

$$X_{t,T}^F = \mathcal{F}_{t,T} \Rightarrow f_{0,T} = 0.$$

Jednotlivé efekty z této strategie jsou rovněž vypočteny dle (4.9), s tím rozdílem, že skutečné forwardové kurzy  $X_i$  sjednané danou společností jsou nahrazeny realizačními cenami  $X^F$  z tabulky 4.5, které dávají forwardům nulovou hodnotu. Celkový efekt vypočten dle (4.10) je zobrazen na obrázku 4.5 a jednotlivé efekty jsou taktéž obsahem přílohy 2.



**Obr. 4.5** Efekt z forwardu s  $X^F$

Celkový efekt z této strategie je opět roven 2,17051 mld. CZK. Tato hodnota je totožná s hodnotou dosaženou v předchozím případě, neboť rozdíl v cash flow plynoucí z tohoto forwardu díky nižší realizační ceně oproti předchozímu případu byl vykompenzován hodnotou forwardu, kterou bylo nutné na počátku zaplatit.

U strategie založená na sjednání forwardového kontraktu nezáleží na typu procesu, podle kterých se vyvíjí cena podkladového aktiva, neboť obě strany kontraktu mají povinnost obchod uskutečnit za sjednaný kurz. Výsledný efekt je tedy dán právě tímto kurzem a pravděpodobnostní rozdělení vývoje kurzu v době realizace proto není relevantní.

Z uvedeného skutečnosti plyne, že pro obě varianty podkladového procesu jsou efekty z této strategie totožné, neboť typ procesu se do použitých výpočtů nepromítne.

## 4.3 Pasivní strategie

V případě pasivní strategie společnost nepoužívá žádné nástroje k zajištění měnového rizika a na konci každého měsíce obchodního roku 2009/2010 prodá obdržená eura na spotovém trhu za aktuální kurz. Při této strategii se společnost nachází v nekryté pozici, a pokud bude skutečný kurz platný v době uskutečnění obchodu větší než očekávaný, realizuje zisk a v opačném případě ztrátu.

### 4.3.1 Efekt z pasivní strategie

U pasivní strategie je efekt dán jako množství inkasované cizí měny vyjádřené v měně domácí, přičemž směna je provedena za kurz platný v daný okamžik na spotovém trhu, což lze zapsat takto:

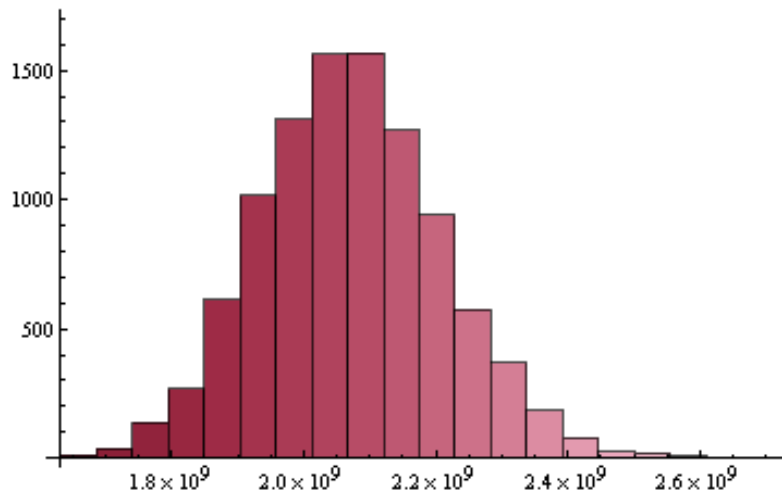
$$E_i^{PS} = K_T \cdot Q. \quad (4.11)$$

Výsledné histogramy jsou uvedeny v příloze 3.

Celkového efektu ke konci obchodního roku je dosaženo ekvivalentním způsobem, který byl použit u předchozí strategie, tedy:

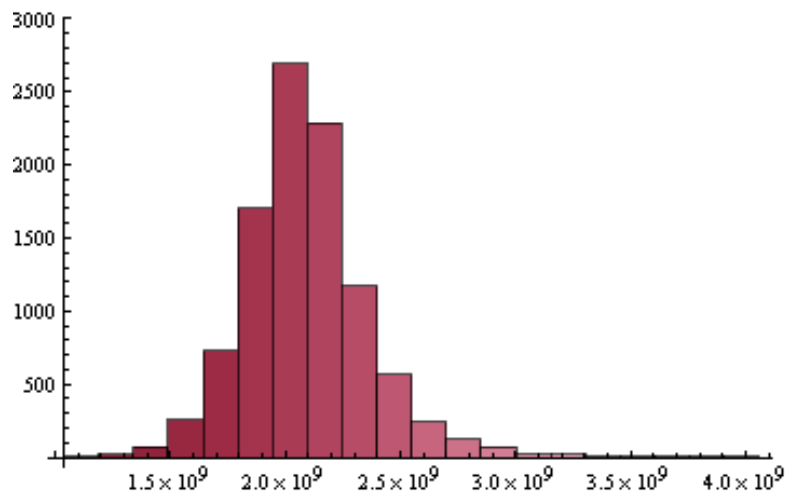
$$E_{total}^{PS} = \sum_{i=1}^{12} E_i^{PS} \cdot e^{r_d \cdot \frac{1}{12} \cdot (12-i)} \quad (4.12)$$

V případě, že se kurz koruny k euru vyvíjí dle GB procesu, jsou za  $K_T$  dosazeny nasimulované kurzy dle (3.26) a výsledkem je pravděpodobnostní rozdělení množství peněz vyjádřených v korunách, které společnost po směně obdrží. Výsledný efekt má tedy podobu histogramu a je znázorněn na obrázku 4.6.



**Obr. 4.6** Celkový efekt z pasivní strategie na bázi GB procesu

Za předpokladu vývoje kurzu dle VG procesu, je  $K_T$  dáno dle (3.27) a celkový efekt je díky této modifikaci mírně odlišný, jak ostatně vyplývá z obrázku 4.7.



**Obr. 4.7** Celkový efekt z pasivní strategie na bázi VG procesu

## 4.4 Zajištění put opcí

Další možností jak zajistit měnové riziko této společnosti je zaujmutí dlouhé pozice v put opci. Touto společností je nakoupeno takové množství put opcí, aby byla pokryta její měnová pozice v každém ze zajišťovaných měsíců daného obchodního roku. Jestliže jedna opce zní na 100 000 EUR, je na zajištění každého měsíce nutné nakoupit 70 opcí.

#### 4.4.1 Ocenění put opce

S nákupem put opcí je spojeno právo danou opcí uplatnit, za což je nutné zaplatit opční prémii neboli cenu opce. Ocenění opcí potřebných k zajištění měnového rizika tohoto podniku je provedeno dle (3.11), přičemž hodnoty  $d_1$  a  $d_2$  jsou vypočteny dle (3.12) a (3.13), z čehož jsou následně získány hodnoty  $N(-d_1)$  a  $N(-d_2)$ . Další potřebné údaje pro výpočet hodnoty opcí jsou uvedeny v tabulce 4.3.

Označení	$p_{10/09}$	$p_{11/09}$	$p_{12/09}$	$p_{01/10}$	$p_{02/10}$	$p_{03/10}$	$p_{04/10}$	$p_{05/10}$	$p_{06/10}$	$p_{07/10}$	$p_{08/10}$	$p_{09/10}$
Hodnota v CZK na 1 EUR	0,810	0,834	0,858	0,879	0,898	0,915	0,931	0,946	0,956	0,969	0,979	0,989
Hodnota v CZK	81 029	83 431	85 773	87 891	89 797	91 472	93 071	94 570	95 638	96 875	97 919	98 913

**Tab. 4.6** Hodnoty put opcí

V tabulce 4.6 jsou uvedeny hodnoty jednotlivých put opcí na jednotku cizí měny a také hodnoty v korunách, které byly získány vynásobením předchozích hodnot 100 000, neboť jedna opce zní na 100 000 EUR. Aby společnost zajistila celou měnovou pozici, musí nakoupit 70 opcí, náklady v korunách vynaložené na zajištění jednoho měsíce obchodního roku jsou tedy dány jako násobek hodnoty opce v korunách s potřebným množstvím nakoupených opcí.

#### 4.4.2 Efekt z put opce

Při stanovení efektu ze zajištění put opcí se vychází s prostředků, které jsou potřebné na nákup cizí měny, cash flow plynoucí z put opce a nákladů na nákup put opce. Konkrétně lze efekt pro jednotlivé kontrakty zapsat takto:

$$E_i^{PO} = K_T \cdot Q + VH_{put_i}^{long} \cdot 100\,000 \cdot q - p_i \cdot 100\,000 \cdot q \cdot e^{r_d \cdot \Delta t_i} \quad (4.13)$$

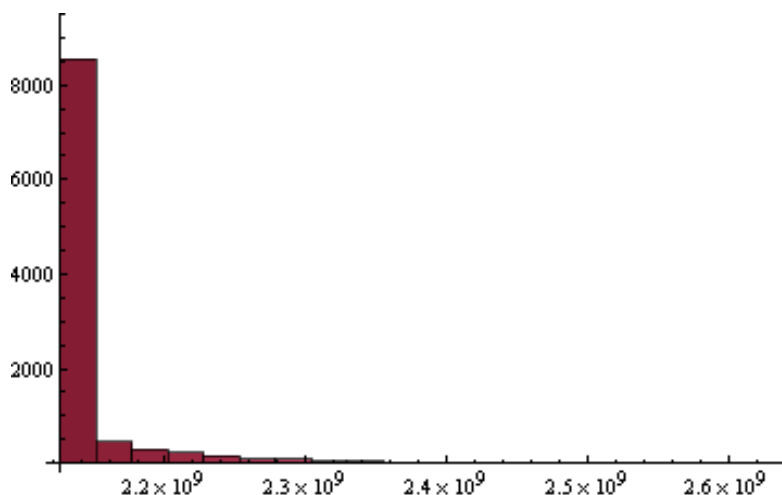
Výsledné histogramy jsou obsahem přílohy 4.

Efekt, který plyne z této strategie při zajištění celého obchodního roku dané společnosti, je vypočten následujícím vztahem:

$$E_{total}^{PO} = \sum_{i=1}^{12} E_i^{PO} \cdot e^{r_d \cdot \frac{1}{12} \cdot (12-i)}. \quad (4.15)$$

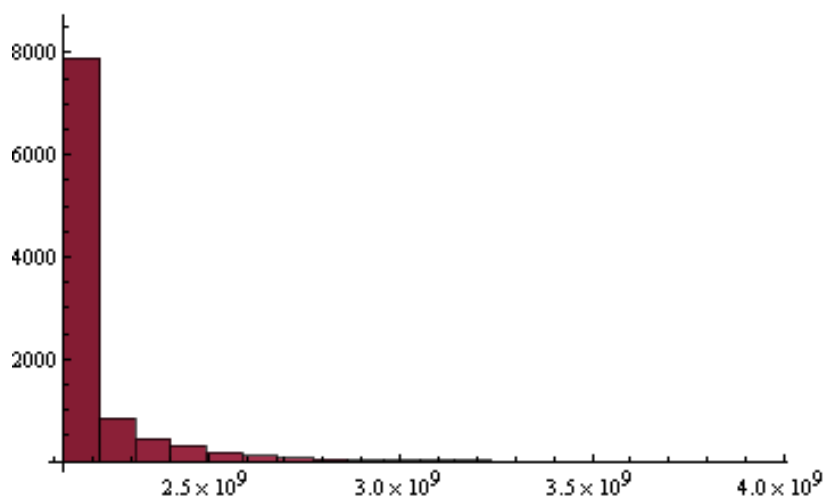


Histogram celkového efektu z put opce je zobrazen na obrázku 4.8, z kterého je zřejmé, že nejpravděpodobněji bude dosaženo částky 2,2 mld. CZK.



**Obr. 4.8** Celkový efekt z put opce na základě GB procesu

Pokud jsou za nasimulované kurzy v okamžiku zralosti kontraktu  $K_T$  dosaženy kurzy vypočtené na základě VG procesu, přičemž ocenění opcí, efekty a ostatní početní operace jsou provedeny stejným způsobem, jak tomu bylo v případě GB procesu, má výsledný histogram následující podobu.



**Obr. 4.9** Celkový efekt z put opce na základě VG procesu

Z obrázku 4.9 je patrné, že po záměně GB procesu za VG proces bude s největší pravděpodobností dosažena vyšší částka, než tomu bylo v předchozím případě, a to 2,5 mld. CZK.

## 4.5 Zajištění short range forwardem

Strategie zajištění pomocí short range forwardu spočívá v nakoupení  $q_1$  množství put opcí s realizační cenou  $X_1$  a prodeji  $q_2$  množství call opcí s vyšší realizační cenou  $X_2$ , přičemž jsou tyto realizační ceny upraveny tak, aby počáteční náklady na tuto strategii byly nulové.

### 4.5.1 Ocenění short range forwardu

Short range forward je tzv. zero-cost strategií, z čehož plyne, že jeho výchozí hodnota musí být nulová. Tohoto stavu je dosaženo korekcí realizačních cen obou použitých opcí, přičemž realizační cena put opce pro tuto strategii je vypočtena dle (3.16), kde za  $X$  jsou dosazeny realizační ceny put opcí  $X_i$  z tabulky 4.3 použité v předchozí strategii. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v tabulce 4.7.

Označení	$X_{10/09}^{RF}$	$X_{11/09}^{RF}$	$X_{12/09}^{RF}$	$X_{101/10}^{RF}$	$X_{102/10}^{RF}$	$X_{103/10}^{RF}$	$X_{104/10}^{RF}$	$X_{105/10}^{RF}$	$X_{106/10}^{RF}$	$X_{107/10}^{RF}$	$X_{108/10}^{RF}$	$X_{109/10}^{RF}$
Hodnota CZK/EUR	25,02	25,01	25,00	24,99	24,98	24,98	24,98	24,98	24,99	25,00	25,01	25,02

**Tab. 4.7** Realizační ceny long put opcí v short range forwardu

Realizační cena call opce je poté dopočtena tak, aby byla zachována platnost vztahu (3.17), kterým je zajištěna nulová hodnota kontraktu v okamžiku sjednání. Hodnoty realizačních cen call opce pro short range forward jsou uvedeny v tabulce 4.8.

Označení	$X_{210/09}^{RF}$	$X_{211/09}^{RF}$	$X_{212/09}^{RF}$	$X_{201/10}^{RF}$	$X_{202/10}^{RF}$	$X_{203/10}^{RF}$	$X_{204/10}^{RF}$	$X_{205/10}^{RF}$	$X_{206/10}^{RF}$	$X_{207/10}^{RF}$	$X_{208/10}^{RF}$	$X_{209/10}^{RF}$
Hodnota CZK/EUR	25,53	25,53	25,52	25,52	25,50	25,49	25,47	25,45	25,42	25,40	25,37	25,34

**Tab. 4.8** Realizační ceny short call opcí v short range forwardu

Ze vztahu (3.17) vyplývá, že hodnoty long put a short put opcí po dosazení příslušných realizačních cen z tabulek 4.7 a 4.8 musí být totožné, což je potvrzeno v tabulce 4.9. Je nutné podotknout, že pro ocenění těchto opcí musejí být znovu vypočteny hodnoty funkcí kumulovaného normovaného normálního rozdělení  $N(-d_1)$  a  $N(-d_2)$  pro put opci a  $N(d_1)$  a  $N(d_2)$  pro call opci.

Označení	$p_{10/09}^{RF}$	$p_{11/09}^{RF}$	$p_{12/09}^{RF}$	$p_{01/10}^{RF}$	$p_{02/10}^{RF}$	$p_{03/10}^{RF}$	$p_{04/10}^{RF}$	$p_{05/10}^{RF}$	$p_{06/10}^{RF}$	$p_{07/10}^{RF}$	$p_{08/10}^{RF}$	$p_{09/10}^{RF}$
Hodnota v CZK na 1 EUR	0,449	0,471	0,492	0,512	0,534	0,556	0,577	0,599	0,624	0,646	0,671	0,695
Hodnota v CZK	44 940	47 118	49 171	51 244	53 357	55 550	57 711	59 870	62 372	64 643	67 055	69 467
Označení	$c_{10/09}^{RF}$	$c_{11/09}^{RF}$	$c_{12/09}^{RF}$	$c_{01/10}^{RF}$	$c_{02/10}^{RF}$	$c_{03/10}^{RF}$	$c_{04/10}^{RF}$	$c_{05/10}^{RF}$	$c_{06/10}^{RF}$	$c_{07/10}^{RF}$	$c_{08/10}^{RF}$	$c_{09/10}^{RF}$
Hodnota v CZK na 1 EUR	0,449	0,471	0,492	0,512	0,534	0,556	0,577	0,599	0,624	0,646	0,671	0,695
Hodnota v CZK	44 940	47 118	49 171	51 244	53 357	55 550	57 711	59 870	62 372	64 643	67 055	69 467

**Tab. 4.9** Hodnoty call a put opcí v short range forwardu

#### 4.5.2 Efekt z short range forwardu

Efekt z short range forwardu pro zajištění  $i$ -tého období je získán dle následujícího vztahu, přičemž platí, že  $q_1 = q_2 = q$ ,

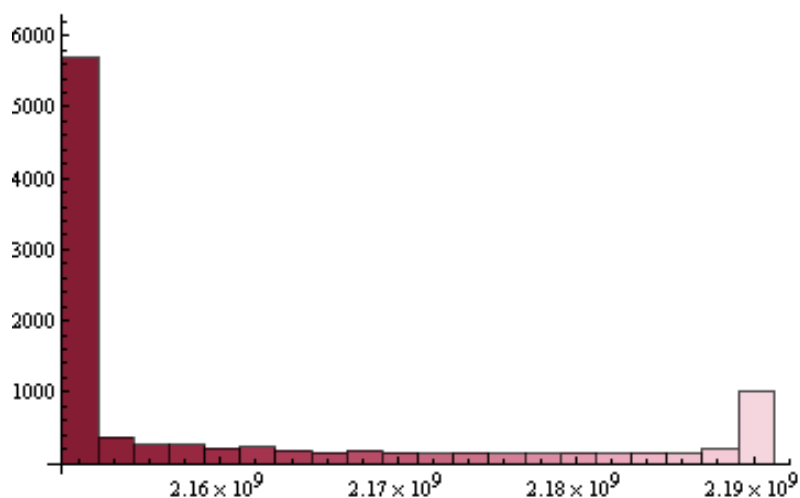
$$E_i^{RF} = K_{T_i} \cdot Q + VH_{put_i}^{long} \cdot 100\,000 \cdot q_1 - p_i^{RF} \cdot 100\,000 \cdot q_1 \cdot e^{r_d \cdot \Delta t_i} - \\ VH_{call_i}^{short} \cdot 100\,000 \cdot q_2 + c_i^{RF} \cdot 100\,000 \cdot q_2 \cdot e^{r_d \cdot \Delta t_i} \quad (4.16)$$

Výsledné histogramy jsou uvedeny v příloze 5.

Vliv na celkové cash flow společnosti za obchodní rok 2009/2010 je získán dle tohoto vztahu:

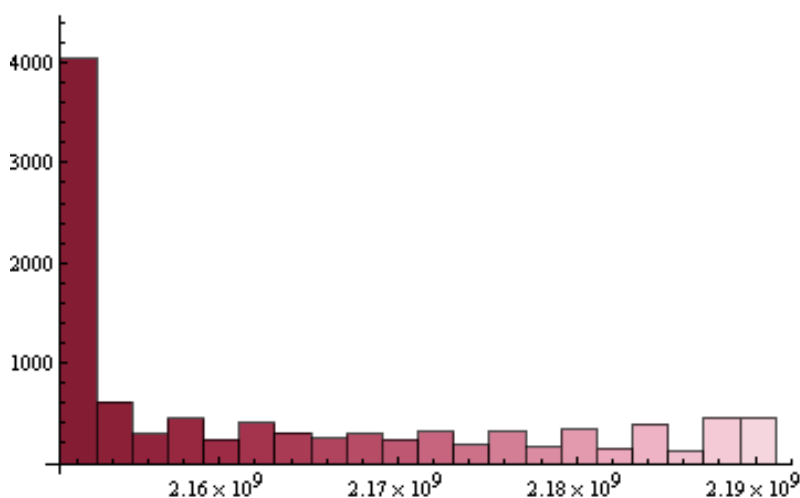
$$E_{total}^{RF} = \sum_{i=1}^{12} E_i^{RF} \cdot e^{r_d \cdot \frac{1}{12} \cdot (12-i)}. \quad (4.17)$$

Graficky je pak tento celkový efekt v korunách zobrazen pomocí histogramu na obrázku 4.10. Z tohoto histogramu lze vyčíst, že nejpravděpodobněji bude dosaženo korunového příjmu ve výši 2,16 mld.



**Obr. 4.10** Celkový efekt z short range forwardu na základě GB procesu

Za předpokladu nahrazení GB procesu VG procesem má celkový efekt z short range forwardu podobu, která je uvedena v obrázku 4.10. Při porovnání histogramů z 4.10 a 4.11 je možné pozorovat, že u obou variant bude s největší pravděpodobností dosaženo stejné částky, avšak u VG procesu je tato pravděpodobnost podstatně nižší.



**Obr. 4.11** Celkový efekt z short range forwardu na základě VG procesu

Z obrázků 4.10 a 4.11 je na první pohled patrný rozdíl v rozložení efektů, zejména u nejvyšších hodnot, což je způsobeno použitím odlišného procesu pro modelování a pro ocenění u druhé varianty.

## 4.6 Quantile hedging

Tato strategie je použita v případě, že společnost nedisponuje dostatečným počátečním kapitálem, který je nutný na úplné zajištění dané měnové pozice. V této společnosti bylo tedy rozhodnuto zajistit devizovou pozici pouze částečně, a to tak, že byly stanoveny tři varianty množství vstupního kapitálu jako 20%, 40% a 60% počáteční nákladů, které jsou potřebné na úplné zajištění pomocí jednoduché put opce (viz. tabulka 4.6), přičemž je maximalizována úspěšnost této strategie,

Úspěšnost strategie je dána tím, z kolik procent je novu modifikovanou opcí zreplikována původní plain vanilla put opce, což maximálně odpovídá procentuálně zvolenému množství počátečního kapitálu v dané variantě,

Quantile hedging vychází z částečné replikace dlouhé pozice plain vanilla put opce, v jejímž důsledku má výplatní funkce výsledné modifikované opce podobu knock-out put opce. Pro dosažení požadované výplatní funkce je použita kombinace dlouhé pozice v jednoduché put opci s realizační cenou  $X$ , dlouhé pozice v digitální put opci s nižší realizační cenou  $L$  a krátké pozice v jednoduché put opci taktéž s realizační cenou  $L$ ,

### 4.6.1 Ocenění opcí při 20% kapitálu

Hodnoty plain vanilla long put opcí pro zajištění jednotlivých období jsou známy z tabulky 4.6, přičemž  $X_i$  odpovídá hodnotám z tabulky 4.3. Pro ocenění zbylých dvou opcí je nutné znát realizační cenu  $L$ , která je získána z rovnice portfolia (3.32) upravené na konkrétní případ s 20% kapitálu:

$$0,2 \cdot p_i(X_i) = p_i(X_i) - p_i^{QH20}(L_i^{QH20}) - d_i^{QH20}(L_i^{QH20}) \cdot (X_i - L_i^{QH20}) \quad (4.18)$$

Výše realizační ceny  $L$  pro  $i$ -tý kontrakt při maximalizaci úspěšnosti strategie s 20% kapitálu je uvedena v tabulce 4.10

Označení	$L_{10/09}^{QH20}$	$L_{11/09}^{QH20}$	$L_{12/09}^{QH20}$	$L_{01/10}^{QH20}$	$L_{02/10}^{QH20}$	$L_{03/10}^{QH20}$	$L_{04/10}^{QH20}$	$L_{05/10}^{QH20}$	$L_{06/10}^{QH20}$	$L_{07/10}^{QH20}$	$L_{08/10}^{QH20}$	$L_{09/10}^{QH20}$
Hodnota CZK/EUR	24,59	24,54	24,50	24,45	24,40	24,36	24,32	24,27	24,23	24,18	24,14	24,10

**Tab. 4.10** Realizační ceny short put opcí a digitálních put opcí

Ocenění plain vanilla put opce je provedeno na základě vztahu (3.11) a hodnota digitální put opce je vypočtena dle (3.15), přičemž  $C = 1$ , neboť vyplacená částka je v (4.18) dána výší  $X - L$ , Hodnoty těchto opcí jsou uvedeny v tabulce 4.11.

Označení	$p_{10/09}^{QH20}$	$p_{11/09}^{QH20}$	$p_{12/09}^{QH20}$	$p_{01/10}^{QH20}$	$p_{02/10}^{QH20}$	$p_{03/10}^{QH20}$	$p_{04/10}^{QH20}$	$p_{05/10}^{QH20}$	$p_{06/10}^{QH20}$	$p_{07/10}^{QH20}$	$p_{08/10}^{QH20}$	$p_{09/10}^{QH20}$
Hodnota v CZK na 1 EUR	0,290	0,299	0,307	0,315	0,322	0,328	0,334	0,339	0,343	0,347	0,351	0,355
Hodnota v CZK	29 021	29 886	30 725	31 485	32 171	32 778	33 355	33 897	34 295	34 744	35 127	35 492
Označení	$d_{10/09}^{QH20}$	$d_{11/09}^{QH20}$	$d_{12/09}^{QH20}$	$d_{01/10}^{QH20}$	$d_{02/10}^{QH20}$	$d_{03/10}^{QH20}$	$d_{04/10}^{QH20}$	$d_{05/10}^{QH20}$	$d_{06/10}^{QH20}$	$d_{07/10}^{QH20}$	$d_{08/10}^{QH20}$	$d_{09/10}^{QH20}$
Hodnota v CZK na 1 EUR	0,317	0,314	0,311	0,309	0,306	0,303	0,301	0,298	0,295	0,293	0,29	0,288
Hodnota v CZK	31 694	31 398	31 143	30 884	30 620	30 345	30 088	29 839	29 534	29 286	29 024	28 774

**Tab. 4.11** Hodnoty short put opcí a digitálních put opcí

Výsledná hodnota portfolia daného dle (4.18) pro  $i$ -té zajišťované období je shrnuta v tabulce 4.12.

Označení	$H_{10/09}^{QH20}$	$H_{11/09}^{QH20}$	$H_{12/09}^{QH20}$	$H_{01/10}^{QH20}$	$H_{02/10}^{QH20}$	$H_{03/10}^{QH20}$	$H_{04/10}^{QH20}$	$H_{05/10}^{QH20}$	$H_{06/10}^{QH20}$	$H_{07/10}^{QH20}$	$H_{08/10}^{QH20}$	$H_{09/10}^{QH20}$
Hodnota v CZK na 1 EUR	0,162	0,167	0,172	0,176	0,18	0,183	0,186	0,189	0,191	0,194	0,196	0,198
Hodnota v CZK	16 206	16 686	17 155	17 578	17 959	18 294	18 614	18 914	19 128	19 375	19 584	19 783

**Tab. 4.12** Hodnoty portfolia

#### 4.6.2 Efekt z quantile hedgingu při 20% kapitálu

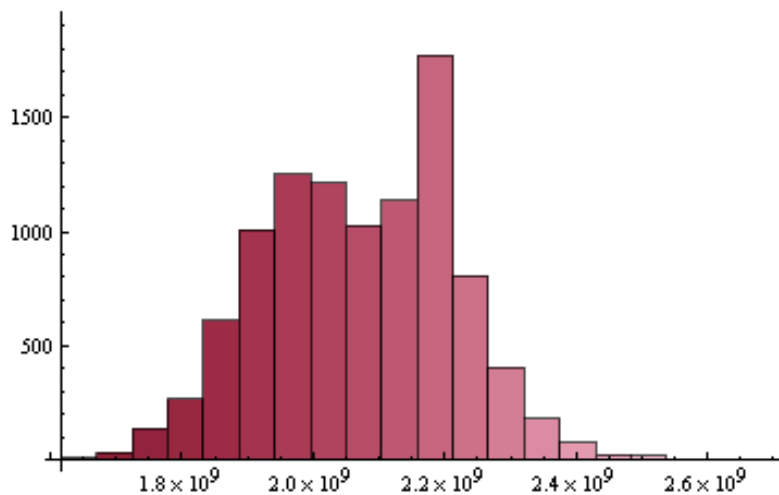
Efekt z částečného zajištění při použití 20% kapitálu pro  $i$ -té zajišťované období je dán dle následujícího vztahu, kde  $VH_{H_i^{20}}$  je určena pomocí (2.20),

$$E_i^{QH20} = K_{T_i} \cdot Q + VH_{H_i^{20}} \cdot 100\,000 \cdot q - H_i^{20} \cdot 100\,000 \cdot q \cdot e^{r_d \cdot \Delta t_i} \quad (4.19)$$

a celkový efekt pak:

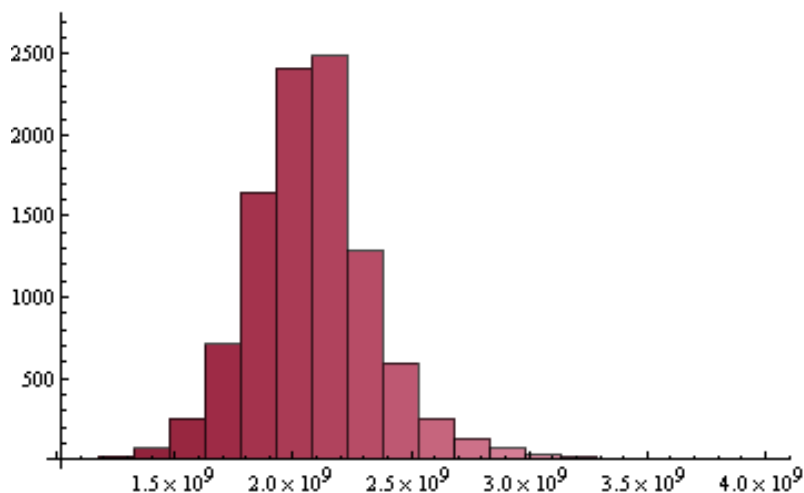
$$E_{total}^{QH20} = \sum_{i=1}^{12} E_i^{QH20} \cdot e^{r_d \cdot \frac{1}{12} \cdot (12-i)}. \quad (4.20)$$

Celkový efekt z této strategie je zobrazen v obrázku 4.12 a efekty pro jednotlivá období daného obchodního roku jsou pak uvedeny v příloze 6.



**Obr. 4.12** Celkový efekt z quantile hedgingu při 20% kapitálu na základě GB procesu

V případě VG procesu je celkový efekt z quantile hedgingu při použití 20% vstupního kapitálu znázorněn na obrázku 4.13



**Obr. 4.13** Celkový efekt z quantile hedgingu při 20% kapitálu na základě VG procesu

### 4.6.3 Ocenění opcí při 40% kapitálu

Pokud bude na zajištění použit kapitál ve výši 40% z ceny put opce má rovnice replikačního portfolia (3.32) pro  $i$ -té zajišťované období tento tvar:

$$0,4 \cdot p_i(X_i) = p_i(X_i) - p_i^{QH40}(L_i^{QH40}) - d_i^{QH40}(L_i^{QH40}) \cdot (X_i - L_i^{QH40}) \quad (4.21)$$

U realizační ceny  $L$ , jenž je relevantní pro krátkou pozici v put opci a digitální put opci, je za podmínky maximalizace úspěšnosti strategie dosaženo hodnot, které jsou uvedeny v tabulce 4.13.

Označení	$L_{10/09}^{QH40}$	$L_{11/09}^{QH40}$	$L_{12/09}^{QH40}$	$L_{01/10}^{QH40}$	$L_{02/10}^{QH40}$	$L_{03/10}^{QH40}$	$L_{04/10}^{QH40}$	$L_{05/10}^{QH40}$	$L_{06/10}^{QH40}$	$L_{07/10}^{QH40}$	$L_{08/10}^{QH40}$	$L_{09/10}^{QH40}$
Hodnota CZK/EUR	24,06	23,99	23,92	23,86	23,80	23,73	23,67	23,61	23,55	23,49	23,44	23,38

**Tab. 4.13** Realizační ceny short put opcí a digitálních put opcí

Při ocenění short put opce a digitální long put opce je postupováno obdobně jako v předchozí variantě, s tím rozdílem, že jsou použity realizační ceny z tabulky 4.13.

Označení	$p_{10/09}^{QH40}$	$p_{11/09}^{QH40}$	$p_{12/09}^{QH40}$	$p_{01/10}^{QH40}$	$p_{02/10}^{QH40}$	$p_{03/10}^{QH40}$	$p_{04/10}^{QH40}$	$p_{05/10}^{QH40}$	$p_{06/10}^{QH40}$	$p_{07/10}^{QH40}$	$p_{08/10}^{QH40}$	$p_{09/10}^{QH40}$
Hodnota v CZK na 1 EUR	0,154	0,159	0,163	0,167	0,171	0,174	0,177	0,180	0,182	0,184	0,186	0,188
Hodnota v CZK	15 434	15 890	16 331	16 731	17 091	17 410	17 712	17 996	18 206	18 441	18 641	18 832
Označení	$d_{10/09}^{QH40}$	$d_{11/09}^{QH40}$	$d_{12/09}^{QH40}$	$d_{01/10}^{QH40}$	$d_{02/10}^{QH40}$	$d_{03/10}^{QH40}$	$d_{04/10}^{QH40}$	$d_{05/10}^{QH40}$	$d_{06/10}^{QH40}$	$d_{07/10}^{QH40}$	$d_{08/10}^{QH40}$	$d_{09/10}^{QH40}$
Hodnota v CZK na 1 EUR	0,200	0,198	0,196	0,195	0,193	0,191	0,190	0,188	0,186	0,185	0,183	0,181
Hodnota v CZK	19 996	19 808	19 648	19 486	19 319	19 145	18 982	18 825	18 630	18 474	18 308	18 149

**Tab. 4.14** Hodnoty short put opcí a digitálních put opcí

Hodnota portfolia v okamžiku sjednání kontraktů pro  $i$ -té zajišťované období je uvedena v tabulce 4.15.

Označení	$H_{10/09}^{QH40}$	$H_{11/09}^{QH40}$	$H_{12/09}^{QH40}$	$H_{01/10}^{QH40}$	$H_{02/10}^{QH40}$	$H_{03/10}^{QH40}$	$H_{04/10}^{QH40}$	$H_{05/10}^{QH40}$	$H_{06/10}^{QH40}$	$H_{07/10}^{QH40}$	$H_{08/10}^{QH40}$	$H_{09/10}^{QH40}$
Hodnota v CZK na 1 EUR	0,324	0,334	0,343	0,352	0,359	0,366	0,372	0,378	0,383	0,388	0,392	0,396
Hodnota v CZK	32 412	33 372	34 309	35 157	35 919	36 589	37 228	37 828	38 255	38 750	39 167	39 565

**Tab. 4.15** Hodnoty portfolia

#### 4.6.4 Efekt z quantile hedgingu při 40% kapitálu

Efekt z této strategie při použití 40% vstupního kapitálu pro  $i$ -té zajišťované období je dán dle následujícího vztahu, přičemž  $VH_{H_i^{40}}$  je opět určena jako vnitřní hodnota knock-out put opce z (2.20),

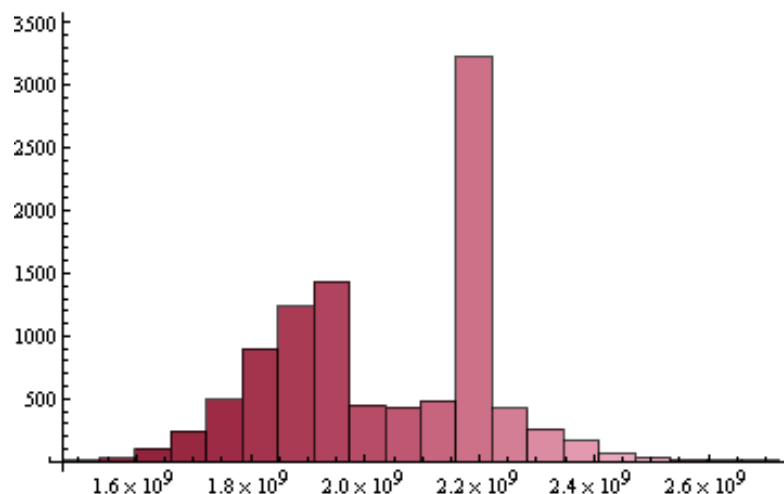
$$E_i^{QH40} = K_{T_i} \cdot Q + VH_{H_i^{40}} \cdot 100\,000 \cdot q - H_i^{40} \cdot 100\,000 \cdot q \cdot e^{r_d \Delta t_i}, \quad (4.22)$$



celkový efekt je pak dán jako:

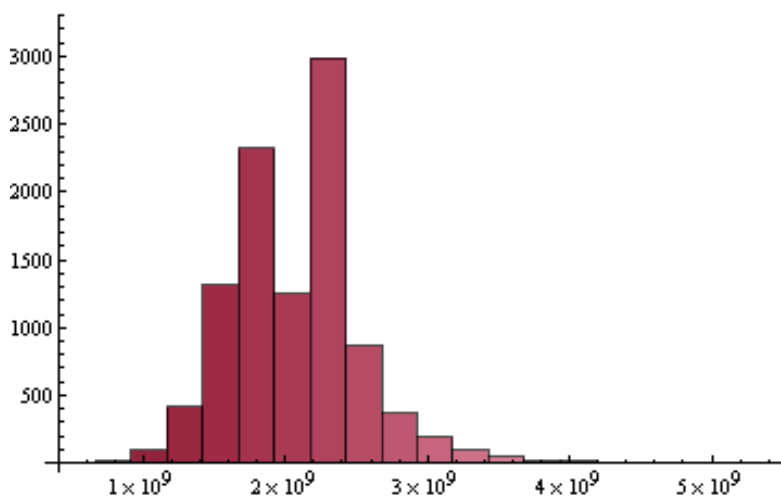
$$E_{total}^{QH40} = \sum_{i=1}^{12} E_i^{QH40} \cdot e^{r_d \cdot \frac{1}{12} \cdot (12-i)}. \quad (4.23)$$

Histogram celkového cash flow, plynoucí společnosti z této strategie za obchodní rok 2009/2010 je znázorněn na obrázku 4.14, jednotlivé efekty pak v příloze 7.



**Obr. 4.14** Celkový efekt z quantile hedgingu při 40% kapitálu na základě GB procesu

Ve variantě s VG procesem je celkový efekt z quantile hedgingu při použití 40% vstupního kapitálu uveden na obrázku 4.15.



**Obr. 4.15** Celkový efekt z quantile hedgingu při 40% kapitálu na základě VG procesu

#### 4.6.5 Ocenění opcí při 60% kapitálu

Jestliže je společnost schopna uvolnit kapitál na zajištění ve výši 60% z ceny put opce má rovnice replikačního portfolia (3.32) pro  $i$ -té zajišťované období následující tvar:

$$0,6 \cdot p_i(X_i) = p_i(X_i) - p_i^{QH60}(L_i^{QH60}) - d_i^{QH60}(L_i^{QH60}) \cdot (X_i - L_i^{QH60}) \quad (4.24)$$

V tabulce 4.16 jsou uvedeny hodnoty realizační ceny  $L$ , při maximální úspěšnosti této strategie.

Označení	$L_{10/09}^{QH60}$	$L_{11/09}^{QH60}$	$L_{12/09}^{QH60}$	$L_{01/10}^{QH60}$	$L_{02/10}^{QH60}$	$L_{03/10}^{QH60}$	$L_{04/10}^{QH60}$	$L_{05/10}^{QH60}$	$L_{06/10}^{QH60}$	$L_{07/10}^{QH60}$	$L_{08/10}^{QH60}$	$L_{09/10}^{QH60}$
Hodnota CZK/EUR	23,55	23,46	23,38	23,29	23,21	23,13	23,06	22,98	22,91	22,84	22,76	22,69

**Tab. 4.16** Realizační ceny short put opcí a digitálních put opcí

Při ocenění short put opce a digitální long put opce je použit ekvivalentní postup jako v předcházejících variantách, s tím rozdílem, že jsou použity realizační ceny z tabulky 4.17.

Označení	$p_{10/09}^{QH60}$	$p_{11/09}^{QH60}$	$p_{12/09}^{QH60}$	$p_{01/10}^{QH60}$	$p_{02/10}^{QH60}$	$p_{03/10}^{QH60}$	$p_{04/10}^{QH60}$	$p_{05/10}^{QH60}$	$p_{06/10}^{QH60}$	$p_{07/10}^{QH60}$	$p_{08/10}^{QH60}$	$p_{09/10}^{QH60}$
Hodnota v CZK na 1 EUR	0,076	0,078	0,080	0,082	0,084	0,085	0,087	0,088	0,089	0,090	0,091	0,092
Hodnota v CZK	7 560	7 781	7 994	8 187	8 360	8 514	8 659	8 795	8 895	9 008	9 104	9 194
Označení	$d_{10/09}^{QH60}$	$d_{11/09}^{QH60}$	$d_{12/09}^{QH60}$	$d_{01/10}^{QH60}$	$d_{02/10}^{QH60}$	$d_{03/10}^{QH60}$	$d_{04/10}^{QH60}$	$d_{05/10}^{QH60}$	$d_{06/10}^{QH60}$	$d_{07/10}^{QH60}$	$d_{08/10}^{QH60}$	$d_{09/10}^{QH60}$
Hodnota v CZK na 1 EUR	0,115	0,114	0,113	0,112	0,111	0,110	0,109	0,108	0,107	0,106	0,105	0,104
Hodnota v CZK	11 463	11 357	11 266	11 173	11 079	10 979	10 886	10 797	10 685	10 595	10 500	10 409

**Tab. 4.17** Hodnoty short put opcí a digitálních put opcí

Hodnota portfolia v okamžiku sjednání kontraktů pro  $i$ -té zajišťované období je uvedena v tabulce 4.18.

Označení	$H_{10/09}^{QH60}$	$H_{11/09}^{QH60}$	$H_{12/09}^{QH60}$	$H_{01/10}^{QH60}$	$H_{02/10}^{QH60}$	$H_{03/10}^{QH60}$	$H_{04/10}^{QH60}$	$H_{05/10}^{QH60}$	$H_{06/10}^{QH60}$	$H_{07/10}^{QH60}$	$H_{08/10}^{QH60}$	$H_{09/10}^{QH60}$
Hodnota v CZK na 1 EUR	0,486	0,501	0,515	0,527	0,539	0,549	0,558	0,567	0,574	0,581	0,588	0,593
Hodnota v CZK	48 618	50 058	51 464	52 735	53 878	54 883	55 842	56 742	57 383	58 125	58 751	59 348

**Tab. 4.18** Hodnoty portfolia

#### 4.6.6 Efekt z quantile hedgingu při 60% kapitálu

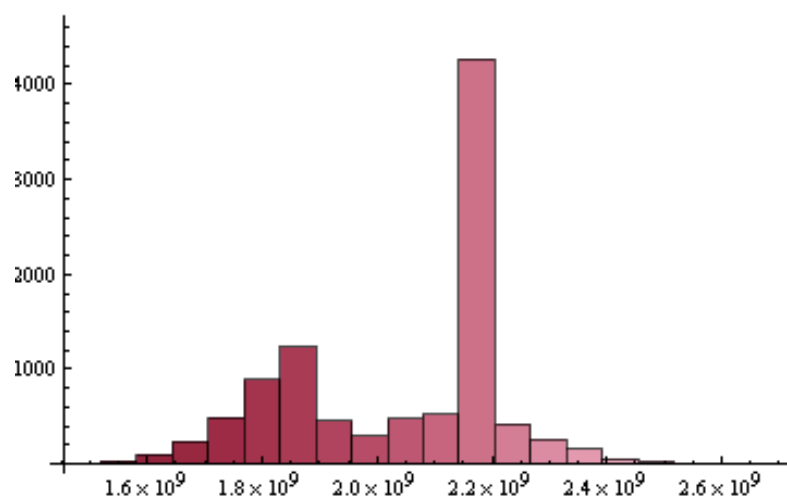
Efekt z této strategie při použití 60% vstupního kapitálu pro  $i$ -té zajišťované období je dán dle následujícího vztahu, přičemž jsou tyto efekty obsaženy v příloze 8.

$$E_i^{QH60} = K_{T_i} \cdot Q + VH_{H_i^{60}} \cdot 100\,000 \cdot q - H_i^{60} \cdot 100\,000 \cdot q \cdot e^{r_d \cdot \Delta t_i}. \quad (4.25)$$

Pro celkový efekt opět platí tento vztah:

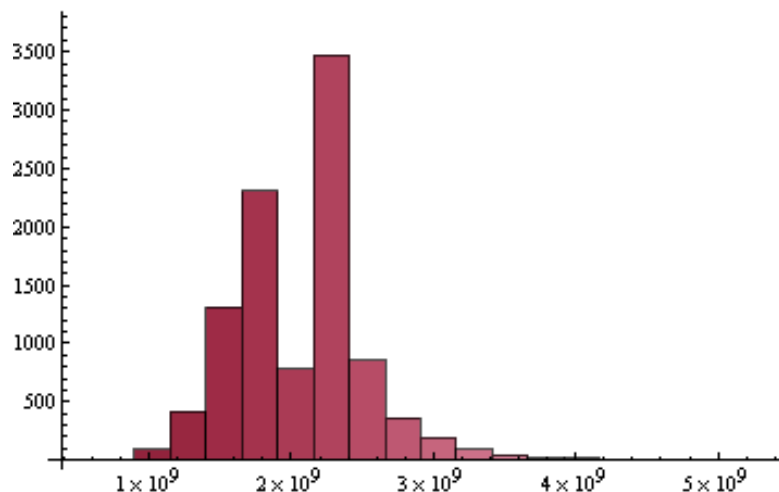
$$E_{total}^{QH60} = \sum_{i=1}^{12} E_i^{QH60} \cdot e^{r_d \cdot \frac{1}{12} \cdot (12-i)}. \quad (4.26)$$

Výsledný histogram pravděpodobnostního rozložení příjmů plynoucích z této strategie, přičemž je předpokládán vývoj kurzu dle GB procesu, je znázorněn na obrázku 4.16



**Obr. 4.15** Celkový efekt z quantile hedgingu při 60% kapitálu na základě GB procesu

Pokud je uvažováno s vývojem kurzu dle VG procesu má výsledný efekt z quantile hedgingu při použití 60% vstupního kapitálu podobu histogramu, který je zobrazen na obrázku 4.17.



**Obr. 4.17** Celkový efekt z quantile hedgingu při 60% kapitálu na základě VG procesu

## 4.7 Hodnocení aplikovaných hedgingových strategií

Celkové hodnocení aplikovaných strategií bude v první řadě provedeno podle zvolených kritérií, jejichž výčet byl uveden v úvodu této kapitoly, následně budou posuzovány z hlediska výnosu a rizika, nároků na vstupní kapitál či postoje investora k riziku. Při hodnocení budou brány v úvahu obě varianty podkladového procesu, tedy GB proces i VG proces.

### 4.7.1 Hodnocení strategií dle vybraných kritérií

Zvolené hedgingové strategie budou zhodnoceny podle vybraných kritérií, kterými jsou střední hodnota, směrodatná odchylka, nejlepší a nejhorší výsledek, medián, šikmost a špičatost.

- **Střední hodnota** – představuje průměrnou hodnotu dané veličiny.
- **Směrodatná odchylka** – je definována jako odchylka od střední hodnoty, resp. měří rozptýlenost dat kolem střední hodnoty. Její nevýhoda spočívá v silném vlivu extrémních hodnot, které vedou k jejímu zkreslení. Tímto parametrem je vyjadřováno riziko.
- **Nejlepší výsledek** – je maximální hodnota veličiny, které bylo dosaženo.
- **Nejhorší výsledek** – představuje minimální hodnotu veličiny, které bylo dosaženo.
- **Medián** – je parametr, pro něhož platí, že nejméně 50 % hodnot je menších nebo rovných a nejméně 50 % hodnot je větších nebo rovných mediánu.

- **Šikmost** – tímto parametrem je vyjádřen stupeň asymetrie dané veličiny. Kladné hodnoty šikmosti značí vychýlení pravděpodobnostního rozdělení doprava a záporné hodnoty naopak doleva. V případě nulového koeficientu šikmosti je rozdělení pravděpodobnosti symetrické a nazývá se normálním nebo také. Gaussovým rozdělením.
- **Špičatost** – tento parametr je vztahován k normálnímu rozdělení, pro které je tento koeficient roven 3. Pokud je koeficient špičatosti dosahuje hodnot větších než 3 je rozdělení pravděpodobnosti špičatější než normální a v opačném případě se stává plošším.

Výsledné hodnoty zmíněných kritérií pro všechny aplikované strategie i varianty procesů jsou shrnuty v tabulce 4.19, přičemž kromě šikmosti a špičatosti jsou vyjádřeny v tisících Kč. V rámci každého kritéria je strategiím přiděleno pořadí podle dosažených hodnot od 1. (nejlepší) do 7. (nejhorší). Obě varianty aplikovaných procesů jsou hodnoceny zvlášť.

Strategie	Proces	Střední hodnota	Směrodatná odchylka	Nejlepší výsledek	Nejhorší výsledek	Medián	Šikmost	Špičatost	Pořadí celkem
Forward	GB	2 170 510	0	2 170 510	2 170 510	2 170 510	0	0	
	1.	1.	7.	1.	1.	1.	4.	7.	3.
	VG	2 170 510	0	2 170 510	2 170 510	2 170 510	0	0	
Pasivní strategie	2.	1.	7.	3.	1.	7.	7.	4.	
	GB	2 072 070	138 005	2 717 260	1 632 940	2 068 370	0,2218	3,1374	
	4.	4.	2.	4.	6.	3.	3.	4.	
Long put opce	VG	2 088 380	268 968	4 059 340	1 038 920	2 070 200	0,7470	5,6851	
	4.	4.	3.	6.	7.	4.	2.	5.	
	GB	2 140 880	40 947	2 633 440	2 125 970	2 125 970	4,1749	25,1475	
Short range forward	3.	3.	5.	3.	4.	1.	1.	1.	
	VG	2 194 930	146 900	3 975 530	2 125 970	2 127 080	3,7145	22,2500	
	1.	3.	5.	5.	4.	1.	1.	1.	
Quantile hedging 20%	GB	2 160 980	14 305	2 191 150	2 151 110	2 151 110	1,1583	2,7460	
	2.	2.	6.	2.	3.	2.	4.	2.	
	VG	2 163 130	135 073	2 191 150	2 151 110	2 157 580	0,7556	2,1208	
Quantile hedging 40%	3.	2.	6.	4.	7.	5.	6.	3.	
	GB	2 071 200	145 214	2 700 490	1 616 170	2 074 300	-0,0119	3,6313	
	5.	5.	4.	5.	5.	5.	2.	5.	
Quantile hedging 60%	VG	2 082 450	270 792	4 042 570	1 022 160	2 071 900	0,6526	5,4740	
	5.	5.	4.	7.	5.	6.	3.	6.	
	GB	2 033 330	182 643	2 720 870	1 473 910	2 053 620	-0,1066	2,3177	
Quantile hedging 60%	7.	6.	1.	6.	7.	6.	6.	7.	
	VG	2 054 690	443 136	5 444 170	4 119 960	2 070 610	2,7950	5,3941	
	6.	6.	1.	1.	6.	2.	4.	2.	
Quantile hedging 60%	GB	2 040 840	184 393	2 704 110	1 457 140	2 159 500	-0,4416	2,3887	
	6.	7.	3.	7.	2.	7.	5.	6.	
	VG	2 049 130	443 143	5 427 400	3 952 340	2 159 500	0,7208	5,3172	
Quantile hedging 60%	7.	7.	2.	2.	2.	5.	5.	5.	

Tab. 4.19 Úspěšnost strategií podle zvolených kritérií

## GB proces

Z tabulky 4.19 je patrné, že při zajištění forwardem je dosaženo nejlepšího výnosu v podobě střední hodnoty, a zároveň je zde zcela eliminováno riziko. Znamená to tedy, že s 100% pravděpodobností bude celkové cash flow z této strategie rovno 2 170 510 000 Kč. Koeficient šikmosti a špičatosti nelze u této strategie vypočítat.

Pasivní strategie se vyznačuje mírným zešikmením doprava, tedy směrem ke kladným hodnotám, což je z hlediska tohoto kritéria vnímáno pozitivně. Co se týče špičatosti, tak svou hodnotou téměř odpovídá normálnímu rozdělení, totéž platí i pro šikmost, která se blíží k nule. U této strategie je dosaženo druhého nejlepšího možného výsledku.

Celkový efekt ze zajištění put opcí je charakterizován největším zešikmením směrem ke kladným hodnotám a taktéž nejvyšší špičatostí, která vypovídá o vysoké soustředěnosti hodnot kolem střední hodnoty daného rozdělení pravděpodobností. Tato střední hodnota je poměrně vysoká a ve spojitosti s nízkým rizikem tak posouvá tuto strategii v celkovém hodnocení na první místo.

U short range forwardu je dosaženo velice dobrých výsledků téměř u všech kritériích, zejména nízká rizikovost v kombinaci s vysokou výnosností přidávají na atraktivnosti této strategii a přispěly k tomu, že je short range forward celkově druhou nejlepší strategií.

Částečné zajištění je obecně nejrizikovější strategií, jak lze pozorovat při porovnání směrodatných odchylek. Tento výsledek však není nijak překvapivý, neboť jeho podstatou je ponechání části rizika nekrytého. Oproti tomu je v případě pozitivního vývoje kurzu možné dosáhnout podstatně vyššího cash flow než u ostatních strategií. U částečného zajištění s 40% kapitálu je v nejlepším případě možné obdržet až 5 444 170 000 Kč. U šikmosti dochází u všech variant použitého kapitálu k zešikmení doleva, tedy směrem k nižším hodnotám. Druhého nejlepšího výsledku však dosahuje u mediánu, což znamená, že s 50% pravděpodobností bude efekt z této strategie vyšší resp. vyšší než 2 159 500 000 Kč. Při zohlednění všech kritérií se strategie částečného zajištění řadí mezi nejméně vhodné strategie.

## **VG proces**

U forwardu nemá změna podkladového procesu vliv na zajištění, proto jsou výsledné hodnoty kritérií totožné, jejich pořadí v rámci ostatních strategií se však může lišit. U této varianty procesu již např. není dosaženo nejvyšší průměrné výnosnosti, ale předčil ji výnos z put opce. Zhoršení bylo zaznamenáno také u nejpříznivější hodnoty v rámci nejhoršího výsledku.

V rámci pasivní strategie bylo pořadí zachováno u prvních dvou kritérií a k zlepšení došlo u špičatosti, která se již více odchyluje od normálního rozdělení. U všech ostatních kritérií bylo zaznamenáno zhoršení. Co se týče absolutních výsledků daných kritérií, je zřejmé, že tato varianta je téměř dvakrát rizikovější než předchozí varianta s GB procesem, zároveň však došlo taktéž k dvojnásobnému navýšení hodnoty nejlepšího výsledku. Ke zlepšení došlo také u koeficientů šikmosti a špičatosti, tyto výsledky lze pokládat za přesnější, neboť slouží právě k lepšímu modelování těchto charakteristik.

U put opce nedošlo k výraznějším změnám v pořadí u jednotlivých kritérií, což potvrzuje i neměnnost celkového prvenství této strategie. Opět ale došlo k výraznému navýšení rizika strategie a zároveň k zhoršení šikmosti a špičatosti, stále však dosahují příznivých hodnot.

U zajištění short range forwardem dochází u většiny kritérií k zhoršení v pořadí, ale v absolutních hodnotách nejsou pozorovány velké odlišnosti s výjimkou rizika, které opět podstatně vzrostlo.

Nejvýraznější změny v pořadí byly zaznamenány u quantile hedgingu, především u varianty s 40 % kapitálu, kde byla VG procesem pozitivně ovlivněna šikmost i špičatost a také nejlepší výsledek. Tyto změny způsobily, že se tato strategie stala druhou nejvhodnější strategií v celkovém hodnocení. Šikmost a špičatost byly pozitivně ovlivněny i u ostatních dvou variant částečného zajištění.

## **Shrnutí**

Ze srovnání obou variant použitých procesů je jednoznačně zřejmé, že při aplikaci VG procesu došlo u všech strategií k výraznému navýšení rizika, zároveň byl zaznamenán i nárůst průměrné výnosnosti strategií a především byla pozitivně ovlivněna hodnota nejlepšího výsledku, které by bylo dosaženo při neoptimističtější scénáři vývoje měnového kurzu.

Podstatou VG procesu je umožnění modelování vyšších momentů pravděpodobnostního rozdělení, což se zejména projevuje dosažením přesnějších výsledků u šikmosti a špičatosti. Opět je však nutné zmínit, že v případě varianty s VG procesem byl tento proces použit pouze na modelování vývoje měnového kurzu, ocenění opcí již bylo provedeno standardně na základě BS modelu, který vychází z GB procesu.

#### **4.7.2 Hodnocení strategií dle vztahu výnos – riziko**

Při volbě nejvhodnější hedgingové strategie se každý zajišťovatel rozhoduje podle určitých parametrů, kterými se daná strategie vyznačuje. Nejčastěji jsou strategie posuzovány podle vztahu výnosu a rizika, přičemž je požadován vysoký výnos při co nejnižším riziku.

Tento požadavek ale naráží na skutečnost, že vyšší riziko s sebou přináší i vyšší výnos, neboť tato nejistota ohledně návratnosti investovaných prostředků musí být kompenzována vyšším potencionálním výnosem, proto je nutné mezi těmito veličinami dosáhnout určitého kompromisu.

U první varianty procesu se z tohoto pohledu jako nejvhodnější jednoznačně jeví zajištění pomoc forwardu, která dosahuje nejvyššího průměrného výnosu reprezentovaného střední hodnotou a taktéž nejnižšího rizika v podobě směrodatné odchylky. V případě short range forwardu je také dosaženo velice příznivého poměru mezi výnosností a rizikovostí a v tomto kontextu lze také zmínit put opci, který se také jeví jako vhodná strategie.

U druhé varianty procesu je poměr výnosu k riziku obdobný jako v první variantě, takže se jako nejvhodnější jeví zajištění forwardem, short range forwardem a případně put opcí. Změna procesu však způsobila výraznější nárůst rizika, který je z části kompenzován vyšším průměrným výnosem.

#### **4.7.3 Hodnocení strategií dle vztahu investora k riziku**

Obecně jsou rozlišovány tři typy investorů podle jejich vztahu k podstoupenému riziku. Investor se s klonem k riziku preferuje vysoký výnos i za cenu vyššího rizika, oproti tomu investor s averzí k riziku dává přednost jitému i když podstatně nižšímu výnosu a investor s neutrálním postojem k riziku nezahrnuje riziko do svého rozhodování ohledně volby vhodné strategie.



Pro investora se sklonem k riziku se bez ohledu na variantu procesu jeví jako nejvhodnější strategie částečného zajištění, která umožňuje dosáhnout v nejoptimističtější variantě scénáře až 2x vyšší výnos než ostatní strategie.

Pro investora s averzí k riziku je pak vhodné zajištění forwardem, neboť riziko je zde zcela eliminováno. Poměrně malé riziko je podstupováno taktéž u short range forwardu, proto je možné investorovi s averzí k riziku doporučit také tuto strategii.

#### **4.7.4 Hodnocení strategií dle nároků na vstupní kapitál**

Zajištění proti riziku je mnohdy spojeno s určitými počátečními náklady, které se liší v závislosti na použité strategii či rozsahu zajištění. Mezi aplikované strategie, u kterých většinou není vyžadován žádný počáteční kapitál, neboli tzv. zero-cost strategie, patří forward a range forward. Také pasivní strategie není spojena se vstupním kapitálem, ale zde se nejedná o zajištění jako takové. Pokud by však jediným rozhodovacím kritériem byla nákladnost zajištění, byly by zmíněné tři strategie nejvhodnější.

Jelikož má společnost sjednané forwardové kontrakty na realizační cenu, která není rovna forwardové ceně, pohybují se náklady na zajištění jednoho měsíce kolem 3 mil. Kč. Oproti zajištění put opcí je však tato částka poloviční, neboť na zajištěnou touto strategií by společnost musela uvolnit kapitál v průměru 6 mil. Kč na měsíc a jedná se tedy o nejdražší strategii. Vysoké náklady spojené s put opcí jsou dány tím, že je zajištěna celá pozice.

Na snížení vstupních nákladů je pak zaměřen právě quantile hedging, který umožňuje stanovení kapitálu podle finančních možností podniku, od nichž se poté odvíjí rozsah zajištění. Náklady na tuto strategii tvoří 20%, 40% a 60% z ceny put opce.

#### **4.7.5 Hodnocení efektivity zajištění z hlediska Hedge Accounting**

Ve společnosti je od roku 2008 používán nový způsob účtování zajišťovacích derivátů formou Hedge Accounting, neboli zajišťovací účetnictví, které vychází z mezinárodních účetních standardů IFRS (*International Financial Reporting Standards*). Konkrétně je tato problematika popsána ve standardu IAS 39.

Za zajišťovací lze z hlediska Hedge Accounting považovat pouze ty deriváty, které splňují podmínky dle standardu IAS 39, kterými jsou:

- řádné zdokumentování zajišťovacího vztahu,
- přesná definice, měřitelnost a účinnost zajišťovacího vztahu,
- **efektivita** zajišťovacího vztahu.

V případě splnění těchto podmínek lze náklady zajištění považovat za daňově uznatelné.

Nejdůležitější podmínkou je dosažení efektivity zajištění. Existuje několik způsobů testování efektivity, přičemž v českých účetních standardech není striktně vymezeno, jak efektivitu testovat a záleží pouze na daném podniku, jaký způsob si zvolí. Ve vybrané společnosti je aplikován retrospektivní test efektivity tzv. **Dollar-Offset Method**.

Tato metoda je založena na srovnání změny reálné hodnoty zajišťovacího instrumentu se změnou reálné hodnoty zajišťované položky vztahující se k zajišťovanému riziku. Vztah mezi zajišťovanou transakcí a zajišťovacím nástrojem je vysoce efektivní za předpokladu, že změna reálné hodnoty derivátu kompenzuje změnu reálné hodnoty podkladového aktiva v rozmezí 80% – 125%. U zvolené společnosti je tento test prováděn u všech uzavřených forwardových kontraktů vždy k datu kvartální účetní závěrky.

$$0,8 \leq \frac{-\text{změna v reálné hodnotě zajišťovacího instrumentu}}{\text{změna v reálné hodnotě zajišťované položky}} \leq 1,25 \quad (4.27)$$

Reálná hodnota (fair value) je určována jako rozdíl aktuální forwardové ceny a forwardové ceny sjednané při uzavření kontraktu diskontované k současnosti. V případě dostatečně likvidního finančního instrumentu je fair value dána aktuální tržní cenou, což se týká především dluhopisů. Derivátový trh však nedisponuje takovou likviditou, a proto je nutné reálnou hodnotu vypočítat jako současnou hodnotu budoucího cash flow z derivátu.

V případě zvolené společnosti je přesný výpočet opět v kompetenci koncernového finančního centra, ale obecně je tato hodnota stanovena následovně, přičemž je uvažováno s plochou výnosovou křivkou.

V čase  $t = 0$  je hodnota forwardu v případě strategie používané touto společností dána dle (3.4) (standardní forward by měl nulovou hodnotu) a zajišťovaná pohledávka má hodnotu vypočtenou jako:

$$Q \cdot e^{r_f \cdot \Delta t} \cdot K_0. \quad (4.28)$$

V čase  $t = T$  je změna reálné hodnoty forwardu určena jako

$$Q \cdot \underbrace{(X \cdot e^{r_a \cdot \Delta t} - K_T)}_{f_T} - \underbrace{X \cdot e^{-r_a \cdot dt} - K_t \cdot e^{-r_f \cdot \Delta t}}_{f_0} \quad (4.29)$$

a změna zajišťované pohledávky dána jako:

$$Q \cdot (K_T - e^{r_f \cdot \Delta t} \cdot K_0) \quad (4.30)$$

Stejný princip jako u forwardů je východiskem také pro stanovení reálné hodnoty opcí, ale jelikož je budoucí cash flow opce závislé na pravděpodobnostním rozdělení, je přecenění komplikovanější.

Po dosazení (4.29) a (4.30) do (4.31) je výsledná efektivita zajištění vypočtena následovně:

$$efektivita = \frac{-(X \cdot e^{r_a \cdot \Delta t} - K_T - X \cdot e^{-r_a \cdot dt} - K_T \cdot e^{-r_f \cdot \Delta t})}{K_T - e^{r_f \cdot \Delta t} \cdot K_0}. \quad (4.31)$$

Pokud je test efektivity prováděn k okamžiku vypořádání kontraktu, je vždy dosaženo 100% efektivity. Pro potřeby vybrané společnosti je (4.31) možné jednoduše převést na tvar umožňující kvartální výpočet efektivity.

Podstatou samotného zajištění je, aby se skutečné cash flow neodlišovalo od plánovaného, přičemž použitím zajišťovacího účetnictví je tento efekt přenesen i do výkazu zisku a ztrát. Smyslem Hedge Accounting je tedy kompenzace zisků či ztrát ze změn reálné hodnoty zajišťovacího nástroje nebo zajišťované položky, což umožňuje eliminovat výkyvy ve výkazu zisku a ztrát způsobené vykazováním položek na odlišné bázi (např. zajišťovaná položka na bázi pořizovací ceny vs. zajišťovací instrument na bázi reálné hodnoty). Výsledkem aplikace Hedge Accounting je snížení volatility hospodářského výsledku, což zajišťuje, že skutečný výsledek hospodaření nebude odlišný od plánovaného.

Jestliže derivát splňuje podmínky dané standardem IAS 39, může o něm účetní jednotka účtovat jako o derivátu k zajištění podle principu Hedge Accounting, což znamená, že jej účtuje rozvahově. V případě, že by nedošlo ke splnění některé podmínky, byl by derivát považován za derivát k obchodování a účtování by probíhalo výsledkově.

V rámci standardu IAS 39 je k zajištění měnového rizika možné přistupovat jako k zajištění peněžních toků nebo reálné hodnoty. V této společnosti jsou zajišťovány peněžní toky, čímž je umožněno, že v případě zjištění neefektivního zajištění, nejsou do výnosů a nákladů účtovány zisky a ztráty z přecenění v plné výši, nýbrž pouze neefektivní část zajištění. Do výnosů a nákladů vstupuje celá částka až v okamžiku vypořádání kontraktu.

Z pohledu Hedge Accounting je tedy nejvhodnější zajištění forwardem, neboť vždy umožňuje dosažení 100% efektivity, čímž je splněna jedna z nejdůležitějších podmínek pro možnost účtování dle této normy a tedy dosažení všech výhod z ní plynoucích. Naopak nejméně vhodná je pasivní strategie, která nepracuje s žádným zajištěním. Quantile hedging s nízkým zapojením kapitálu se také nejeví jako správná volba díky své blízkosti k pasivní strategii.

## 5 Závěr

Cílem této práce bylo posouzení vlivu hedgingových strategií, které byly reprezentovány forwardem, put opcí, range forwardem, quantile hedgingem a pasivní strategií, na celkové cash flow podniku za obchodní rok 2009/2010, čehož lze následně využít při posouzení dopadu na hodnotu firmy či pravděpodobnosti finanční tísně. Při zpracování bylo uvažováno se dvěma variantami podkladového procesu při simulaci budoucího vývoje kurzu.

V první kapitole bylo v první řadě objasněno, jaké místo zaujímá hedging ve firemních financích a jaký dopad má zajištění na budoucí cash flow, hospodářské výsledky či hodnotu podniku. Dále byly charakterizovány finanční deriváty jako nástroje řízení finančních rizik a v závěru této kapitoly byly popsány typy podkladových procesů, na jejichž základě je možné nasimulovat budoucí vývoj podkladového aktiva. Stěžejními podkladovými procesy pro tuto práci byly geometrický Brownův proces a Variance gama proces.

Náplní druhé kapitoly byla kategorizace metod hedgingu dle různých hledisek a vymezení měnového rizika a měnové expozice. Následně byla popsána teoretická východiska oceňování finančních derivátů, zejména princip ocenění měnového forwardu či ocenění opcí na základě BS modelu. Větší pozornost byla taktéž věnována popisu vybraných hedgingových strategií.

V praktické části této diplomové práce bylo zajišťováno měnové riziko výrobního podniku orientovaného na export do Západní Evropy. Díky mezinárodní charakteristice svých obchodních aktivit byla tato společnost vystavena kurzovému riziku v podobě kladné měnové bilance v eurech. Při aplikaci zvolených hedgingových strategií bylo vycházeno ze současného způsobu zajištění měnového rizika a byla respektována vnitropodniková a koncernová nařízení ohledně řízení rizik. Z těchto důvodů bylo zajišťováno celé období obchodního roku 2009/2010 po jednotlivých měsících. Výsledné efekty byly nejprve zjišťovány u jednotlivých kontraktů uzavřených na každý měsíc daného obchodního roku a celkový vliv na cash flow za celý obchodní rok byl vypočten z těchto dílčích efektů. Každá strategie byla zpracována ve dvou variantách, přičemž u první varianty vycházející z geometrického Brownova procesu byly uvedeny výsledné hodnoty všech dílčí propočtů, jako např. hodnoty derivátů či realizačních cen. U varianty založené na Variance gama procesu bylo postupováno stejně jako u první varianty a proto je pro srovnání uveden pouze

výsledný efekt. Uvedená skutečnost má však za následek odlišnost v procesu použitém na modelování vývoje měnového kurzu, kterým je VG proces a procesu, na jehož základě bylo provedeno ocenění opcí, tedy GB proces, neboť ten je východiskem pro stanovení ceny opce podle Blackova Scholesova modelu.

Aplikované strategie byly na závěr hodnoceny dle zvolených kritérií, podle kterých se jako nejvhodnější jeví zajištění put opcí, a to v obou variantách, neboť dosahuje velmi dobrého výnosu ve spojitosti s nízkým rizikem. Také zajištění forwardem či range forwardem lze společnosti doporučit k zajištění jejího měnového rizika, zato quantile hedging s nízkým zapojením kapitálu v tomto případě není vhodné použít.

Při hodnocení strategií z pohledu vztahu mezi rizikem a výnosem by bylo v obou variantách jednoznačně zvoleno zajištění pomocí forwardu, neboť touto strategií bylo dosaženo nejvyššího výnosu při nulovém riziku. Další hodnocení strategií vycházelo z možného vztahu investora k riziku. Pokud by manažeři společnosti byli rizikově averzní, bylo by pro ně nejvhodnější zajistit riziko pomocí forwardu. Naopak management se sklonem k riziku by zvolil částečné zajištění, kterým lze dosáhnout vysoké výnosnosti při podstoupení určité míry rizika.

Dalším možným rozhodovacím kritériem byly nároky na vstupní kapitál. Pokud by společnost byla limitována výší dostupného kapitálu, její volba by padla v první řadě na zero cost strategie, tedy forward nebo range forward, které nevyžadují žádné počáteční náklady. Z tohoto pohledu je také samozřejmě vhodná strategie částečného zajištění, což vychází z její samotné podstaty.

Na závěr aplikační části byla analyzována vhodnost strategií z hlediska Hedge Accounting, neboť zajišťovací účetnictví je ve zvolené společnosti používáno a bylo proto důležité tuto skutečnost zohlednit. Pro tyto účely je dle poznatků plynoucích z této diplomové práce nejvhodnější zajištění forwardem, tedy strategie, která je ve společnosti skutečně používána.

Co se týče porovnání variant použitých procesů, nebyl shledán zásadní rozdíl v celkovém hodnocení strategií, a proto lze konstatovat, že z hlediska samotné volby nejvhodnější strategie nehraje typ použitého procesu významnou roli. Varianta s VG procesem by však vzhledem k možnosti modelování vyšších momentů pravděpodobnostního rozdělení měla přinášet přesnější výsledky.

## Seznam použité literatury

### a) Knihy a články:

1. BLACK, M; SCHOLES, M. The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy*, 1973, Vol. 81, s. 637-659.
2. BOYLE, P. Options: A Monte Carlo approach. *Journal of Financial Economics*, 1977, Vol. 4, s. 323-338.
3. COX, J. C.; ROSS, S. A.; RUBINSTEIN, M. Option Pricing: A simplified approach. *Journal of Financial Economics*, 1979, Vol. 7, s. 229-263.
4. DLUHOŠOVÁ, D. *Finanční řízení a rozhodování podniku*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2006. 192 s. ISBN 80-86119-58-0.
5. DUBOFSKY, D. A.; MILLER, T. W. *DERIVATIVES. Valuation and Risk Management*. 1st ed. New York: Oxford University Press, 2003. 646 s. ISBN 0-19-511470-1.
6. DURČÁKOVÁ, J; MANDEL, M. *Mezinárodní finance*. 4. vyd. Praha: Management Press. 2010. 494 s. ISBN 978-80-7261-221-5.
7. FÖLLMER, H., LEUKERT, P. Quantile hedging. *Finance and Stochastics*, 1999, Vol. 3, 251-273.
8. HULL, J. C. *Options, Futures and Other Derivatives*. 6th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2005. 744 s. ISBN 0-13-149908-4.
9. JÍLEK, J. *Finanční a komoditní deriváty*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2002. 624 s. ISBN 80-247-0342-4.
10. JÍLEK, J. *Finanční a komoditní deriváty v praxi*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2005. 630 s. ISBN 80-247-1099-4.
11. REVENDA, Z. *Peněžní ekonomie a bankovníctví*. 3. vyd. Praha: Management Press. 2000. 634 s. ISBN 80-7261-031-7.
12. STULZ, R. M. *Risk Management & Derivatives*. 1st ed. Mason: Thomson, 2003. 676 s. ISBN 0-538-86101-0.
13. TICHÝ, T. Aplikace replikačních metod při ocenění a zajištění bariérových opcí. *Finance a Úvěr – Czech Journal of Economics and Finance*, 2004, Vol. 54, s. 305-324. ISSN 0015-1920.

14. TICHÝ, T. Posouzení metody částečného hedgingu na případu řízení měnového rizika nefinanční instituce. *Ekonomická revue – Central European Review of Economic Issues*, 2009, Vol. 12, s. 69-82. ISSN 1212-3951.
15. TICHÝ, T. *Finanční deriváty – typologie finančních derivátů, podkladové procesy, oceňovací modely*. 1. vyd. VŠB – TU Ostrava, 2006. 170 s. ISBN 80-248-1180-4.
16. ZMEŠKAL, Z. a kol. *Finanční modely*. 2. vyd. Praha: Ekopress, 2004. 236 s. ISBN 80-86119-87-4.
17. ZMEŠKAL, Z., ČULÍK, M., TICHÝ, T. *Finanční rozhodování za rizika: sbírka řešených příkladů*. 2. vyd. VŠB – TU Ostrava, 2005. ISBN 80-248-0840-4.

#### **b) Internet**

[http://www.cnb.cz/cs/financni\\_trhy/devizovy\\_trh/kurzy\\_devizoveho\\_trhu/vybrane\\_form.jsp](http://www.cnb.cz/cs/financni_trhy/devizovy_trh/kurzy_devizoveho_trhu/vybrane_form.jsp)

<http://www.treasury.cz/risk5.php>

#### **c) Ostatní**

*Interní materiály společnosti*

*Mezinárodní standardy účetního výkaznictví*. Dostupné na internetových stránkách:

<http://www.kacr.cz/Article.asp?nDepartmentID=177&nArticleID=504&nLanguageID=1>



## Seznam zkratek

ATM	at the money (na penězích)
BS model	Blackův a Scholesův model
BSM PDE	Blackova, Scholesova a Mertonova parciální diferenciální rovnice
CBOT	Chicago board of trade
CME	Chicago mercantile exchange
CZK	česká koruna
EUR	euro
GB proces	geometrický Brownův proces
IAS	International Accounting Standards (mezinárodní účetní standardy)
IFRS	International Financial Reporting Standards (mezinárodní standardy účetního výkaznictví)
ITM	in the money (v penězích)
OTC	over the counter (mimoburzovní trh)
OTM	out of the money (mimo peníze)
VG proces	Variance gama proces
VH	vnitřní hodnota derivátu

# Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, diplomovou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 29. 4. 2011

.....  
Markéta Jarotková

Kozlovice 834

739 47 Kozlovice

## Seznam příloh

Příloha 1	Historická časová řada kurzu CZK/EUR
Příloha 2	Efekty z forwardu za období říjen 2009 – září 2010
Příloha 3	Efekty z pasivní strategie za období říjen 2009 – září 2010
Příloha 4	Efekty z put opce za období říjen 2009 – září 2010
Příloha 5	Efekty z quantile hedgingu při 20% kapitálu za období říjen 2009 – září 2010
Příloha 6	Efekty z quantile hedgingu při 40% kapitálu za období říjen 2009 – září 2010
Příloha 7	Efekty z quantile hedgingu při 60% kapitálu za období říjen 2009 – září 2010

## Historická časová řada kurzu CZK/EUR

Datum	Kurz	Datum	Kurz	Datum	Kurz	Datum	Kurz	Datum	Kurz
02.01.2003	31,600	07.03.2003	31,855	15.05.2003	31,390	18.07.2003	32,080	22.09.2003	31,975
03.01.2003	31,340	10.03.2003	31,770	16.05.2003	31,295	21.07.2003	32,250	23.09.2003	31,860
06.01.2003	31,320	11.03.2003	31,775	19.05.2003	31,375	22.07.2003	32,205	24.09.2003	31,750
07.01.2003	31,305	12.03.2003	31,655	20.05.2003	31,470	23.07.2003	32,170	25.09.2003	31,870
08.01.2003	31,395	13.03.2003	31,590	21.05.2003	31,460	24.07.2003	32,120	26.09.2003	31,715
09.01.2003	31,550	14.03.2003	31,625	22.05.2003	31,380	25.07.2003	32,090	29.09.2003	31,730
10.01.2003	31,755	17.03.2003	31,705	23.05.2003	31,395	28.07.2003	32,005	30.09.2003	31,840
13.01.2003	31,860	18.03.2003	31,575	26.05.2003	31,395	29.07.2003	31,965	01.10.2003	31,890
14.01.2003	31,795	19.03.2003	31,595	27.05.2003	31,410	30.07.2003	31,970	02.10.2003	31,975
15.01.2003	31,950	20.03.2003	31,710	28.05.2003	31,340	31.07.2003	32,230	03.10.2003	31,965
16.01.2003	31,430	21.03.2003	31,670	29.05.2003	31,385	01.08.2003	32,305	06.10.2003	31,840
17.01.2003	31,430	24.03.2003	31,695	30.05.2003	31,330	04.08.2003	32,275	07.10.2003	31,920
20.01.2003	31,285	25.03.2003	31,800	02.06.2003	31,360	05.08.2003	32,175	08.10.2003	31,960
21.01.2003	31,175	26.03.2003	31,820	03.06.2003	31,320	06.08.2003	32,155	09.10.2003	32,117
22.01.2003	31,580	27.03.2003	31,830	04.06.2003	31,500	07.08.2003	32,070	10.10.2003	32,095
23.01.2003	31,425	28.03.2003	31,860	05.06.2003	31,410	08.08.2003	32,030	13.10.2003	32,070
24.01.2003	31,370	31.03.2003	31,945	06.06.2003	31,330	11.08.2003	32,145	14.10.2003	32,105
27.01.2003	31,390	01.04.2003	31,950	09.06.2003	31,335	12.08.2003	32,195	15.10.2003	32,015
28.01.2003	31,490	02.04.2003	32,070	10.06.2003	31,290	13.08.2003	32,095	16.10.2003	32,030
29.01.2003	31,390	03.04.2003	31,845	11.06.2003	31,305	14.08.2003	32,180	17.10.2003	31,830
30.01.2003	31,420	04.04.2003	31,795	12.06.2003	31,280	15.08.2003	32,200	20.10.2003	31,785
31.01.2003	31,535	07.04.2003	31,580	13.06.2003	31,240	18.08.2003	32,240	21.10.2003	31,805
03.02.2003	31,580	08.04.2003	31,535	16.06.2003	31,335	19.08.2003	32,335	22.10.2003	31,885
04.02.2003	31,630	09.04.2003	31,350	17.06.2003	31,430	20.08.2003	32,435	23.10.2003	31,910
05.02.2003	31,805	10.04.2003	31,455	18.06.2003	31,415	21.08.2003	32,510	24.10.2003	32,135
06.02.2003	31,640	11.04.2003	31,485	19.06.2003	31,460	22.08.2003	32,350	27.10.2003	32,100
07.02.2003	31,735	14.04.2003	31,550	20.06.2003	31,490	25.08.2003	32,445	29.10.2003	32,155
10.02.2003	31,780	15.04.2003	31,520	23.06.2003	31,495	26.08.2003	32,360	30.10.2003	32,058
11.02.2003	31,805	16.04.2003	31,580	24.06.2003	31,530	27.08.2003	32,580	31.10.2003	32,030
12.02.2003	31,775	17.04.2003	31,595	25.06.2003	31,475	28.08.2003	32,545	03.11.2003	32,030
13.02.2003	31,475	18.04.2003	31,710	26.06.2003	31,475	29.08.2003	32,440	04.11.2003	32,050
14.02.2003	31,390	22.04.2003	31,675	27.06.2003	31,550	01.09.2003	32,455	05.11.2003	31,930
17.02.2003	31,475	23.04.2003	31,675	30.06.2003	31,575	02.09.2003	32,425	06.11.2003	31,970
18.02.2003	31,550	24.04.2003	31,720	01.07.2003	31,570	03.09.2003	32,390	07.11.2003	31,900
19.02.2003	31,585	25.04.2003	31,555	02.07.2003	31,590	04.09.2003	32,430	10.11.2003	32,030
20.02.2003	31,610	28.04.2003	31,590	03.07.2003	31,690	05.09.2003	32,625	11.11.2003	31,990
21.02.2003	31,735	29.04.2003	31,440	04.07.2003	31,630	08.09.2003	32,885	12.11.2003	32,000
24.02.2003	31,680	30.04.2003	31,450	07.07.2003	31,630	09.09.2003	32,785	13.11.2003	32,035
25.02.2003	31,575	02.05.2003	31,270	08.07.2003	31,605	10.09.2003	32,841	14.11.2003	32,065
26.02.2003	31,620	05.05.2003	31,285	09.07.2003	31,595	11.09.2003	32,720	18.11.2003	32,085
27.02.2003	31,655	06.05.2003	31,305	10.07.2003	31,630	12.09.2003	32,615	19.11.2003	31,850
28.02.2003	31,795	07.05.2003	31,390	11.07.2003	31,665	15.09.2003	32,705	20.11.2003	31,855
03.03.2003	31,830	09.05.2003	31,460	14.07.2003	31,805	16.09.2003	32,740	21.11.2003	31,900
04.03.2003	31,920	12.05.2003	31,470	15.07.2003	31,845	17.09.2003	32,745	24.11.2003	31,900
05.03.2003	31,850	13.05.2003	31,490	16.07.2003	31,875	18.09.2003	32,560	25.11.2003	31,895
06.03.2003	31,835	14.05.2003	31,530	17.07.2003	31,950	19.09.2003	32,130	26.11.2003	31,890

## Příloha 1/2

Datum	Kurz	Datum	Kurz	Datum	Kurz	Datum	Kurz	Datum	Kurz
27.11.2003	32,030	06.02.2004	33,210	14.04.2004	32,175	18.06.2004	31,840	26.08.2004	31,755
28.11.2003	32,100	09.02.2004	33,235	15.04.2004	32,160	21.06.2004	31,870	27.08.2004	31,845
01.12.2003	32,070	10.02.2004	33,120	16.04.2004	32,400	22.06.2004	31,930	30.08.2004	31,835
02.12.2003	32,470	11.02.2004	32,950	19.04.2004	32,555	23.06.2004	31,890	31.08.2004	31,875
03.12.2003	32,440	12.02.2004	32,930	20.04.2004	32,540	24.06.2004	31,610	01.09.2004	31,835
04.12.2003	32,290	13.02.2004	32,610	21.04.2004	32,555	25.06.2004	31,690	02.09.2004	31,735
05.12.2003	32,350	16.02.2004	32,520	22.04.2004	32,455	28.06.2004	31,820	03.09.2004	31,655
08.12.2003	32,215	17.02.2004	32,700	23.04.2004	32,320	29.06.2004	31,975	06.09.2004	31,710
09.12.2003	32,155	18.02.2004	32,730	26.04.2004	32,360	30.06.2004	31,760	07.09.2004	31,715
10.12.2003	32,115	19.02.2004	32,815	27.04.2004	32,465	01.07.2004	31,875	08.09.2004	31,745
11.12.2003	32,050	20.02.2004	32,640	28.04.2004	32,635	02.07.2004	31,835	09.09.2004	31,705
12.12.2003	32,095	23.02.2004	32,600	29.04.2004	32,705	07.07.2004	31,530	10.09.2004	31,760
15.12.2003	32,130	24.02.2004	32,635	30.04.2004	32,540	08.07.2004	31,465	13.09.2004	31,650
16.12.2003	32,260	25.02.2004	32,505	03.05.2004	32,555	09.07.2004	31,495	14.09.2004	31,525
17.12.2003	32,355	26.02.2004	32,425	04.05.2004	32,320	12.07.2004	31,500	15.09.2004	31,385
18.12.2003	32,320	27.02.2004	32,435	05.05.2004	32,195	13.07.2004	31,480	16.09.2004	31,425
19.12.2003	32,500	01.03.2004	32,470	06.05.2004	32,200	14.07.2004	31,500	17.09.2004	31,450
22.12.2003	32,460	02.03.2004	32,660	07.05.2004	32,220	15.07.2004	31,380	20.09.2004	31,360
23.12.2003	32,520	03.03.2004	32,930	10.05.2004	32,210	16.07.2004	31,345	21.09.2004	31,475
29.12.2003	32,505	04.03.2004	33,020	11.05.2004	32,160	19.07.2004	31,180	22.09.2004	31,485
30.12.2003	32,560	05.03.2004	33,120	12.05.2004	32,100	20.07.2004	31,305	23.09.2004	31,545
31.12.2003	32,405	08.03.2004	33,070	13.05.2004	31,900	21.07.2004	31,440	24.09.2004	31,570
02.01.2004	32,400	09.03.2004	33,055	14.05.2004	31,955	22.07.2004	31,415	27.09.2004	31,585
05.01.2004	32,370	10.03.2004	33,185	17.05.2004	31,880	23.07.2004	31,400	29.09.2004	31,630
06.01.2004	32,375	11.03.2004	33,145	18.05.2004	31,890	26.07.2004	31,570	30.09.2004	31,660
07.01.2004	32,360	12.03.2004	33,085	19.05.2004	31,880	27.07.2004	31,600	01.10.2004	31,615
08.01.2004	32,365	15.03.2004	33,165	20.05.2004	31,900	28.07.2004	31,655	04.10.2004	31,525
09.01.2004	32,510	16.03.2004	33,205	21.05.2004	31,830	29.07.2004	31,745	05.10.2004	31,460
12.01.2004	32,575	17.03.2004	33,180	24.05.2004	31,750	30.07.2004	31,695	06.10.2004	31,425
13.01.2004	32,555	18.03.2004	33,145	25.05.2004	31,630	02.08.2004	31,620	07.10.2004	31,380
14.01.2004	32,575	19.03.2004	33,200	26.05.2004	31,620	03.08.2004	31,745	08.10.2004	31,360
15.01.2004	32,590	22.03.2004	33,165	27.05.2004	31,865	04.08.2004	31,780	11.10.2004	31,385
16.01.2004	32,710	23.03.2004	33,125	28.05.2004	31,760	05.08.2004	31,730	12.10.2004	31,390
19.01.2004	32,810	24.03.2004	32,725	31.05.2004	31,625	06.08.2004	31,610	13.10.2004	31,470
20.01.2004	32,910	25.03.2004	32,600	01.06.2004	31,590	09.08.2004	31,500	14.10.2004	31,460
21.01.2004	32,780	26.03.2004	32,750	02.06.2004	31,465	10.08.2004	31,370	15.10.2004	31,465
22.01.2004	32,855	29.03.2004	32,810	03.06.2004	31,390	11.08.2004	31,463	18.10.2004	31,385
23.01.2004	32,980	30.03.2004	32,980	04.06.2004	31,315	12.08.2004	31,490	19.10.2004	31,430
26.01.2004	32,955	31.03.2004	32,835	07.06.2004	31,265	13.08.2004	31,485	20.10.2004	31,490
27.01.2004	32,915	01.04.2004	32,885	08.06.2004	31,245	16.08.2004	31,460	21.10.2004	31,520
28.01.2004	33,070	02.04.2004	32,750	09.06.2004	31,335	17.08.2004	31,485	22.10.2004	31,580
29.01.2004	33,220	05.04.2004	32,695	10.06.2004	31,330	18.08.2004	31,485	25.10.2004	31,570
30.01.2004	33,300	06.04.2004	32,670	11.06.2004	31,410	19.08.2004	31,650	26.10.2004	31,645
02.02.2004	33,240	07.04.2004	32,775	14.06.2004	31,450	20.08.2004	31,650	27.10.2004	31,595
03.02.2004	33,330	08.04.2004	32,580	15.06.2004	31,750	23.08.2004	31,720	29.10.2004	31,535
04.02.2004	33,195	09.04.2004	32,400	16.06.2004	31,840	24.08.2004	31,680	01.11.2004	31,510
05.02.2004	33,320	13.04.2004	32,165	17.06.2004	31,740	25.08.2004	31,710	02.11.2004	31,465

## Příloha 1/3

Datum	Kurz	Datum	Kurz	Datum	Kurz	Datum	Kurz	Datum	Kurz
03.11.2004	31,455	11.01.2005	30,300	17.03.2005	29,970	24.05.2005	30,350	01.08.2005	30,075
04.11.2004	31,475	12.01.2005	30,485	18.03.2005	29,750	25.05.2005	30,555	02.08.2005	29,995
05.11.2004	31,445	13.01.2005	30,390	21.03.2005	30,140	26.05.2005	30,500	03.08.2005	29,865
08.11.2004	31,435	14.01.2005	30,365	22.03.2005	29,905	27.05.2005	30,510	04.08.2005	29,890
09.11.2004	31,420	17.01.2005	30,375	23.03.2005	30,085	30.05.2005	30,470	05.08.2005	29,760
10.11.2004	31,420	18.01.2005	30,380	24.03.2005	30,090	31.05.2005	30,370	08.08.2005	29,520
11.11.2004	31,480	19.01.2005	30,275	25.03.2005	30,090	01.06.2005	30,400	09.08.2005	29,460
12.11.2004	31,510	20.01.2005	30,375	29.03.2005	30,185	02.06.2005	30,345	10.08.2005	29,360
15.11.2004	31,455	21.01.2005	30,370	30.03.2005	30,080	03.06.2005	30,175	11.08.2005	29,365
16.11.2004	31,395	24.01.2005	30,275	31.03.2005	29,945	06.06.2005	30,160	12.08.2005	29,465
18.11.2004	31,265	25.01.2005	30,110	01.04.2005	30,040	07.06.2005	30,085	15.08.2005	29,415
19.11.2004	31,125	26.01.2005	30,020	04.04.2005	30,010	08.06.2005	30,080	16.08.2005	29,355
22.11.2004	31,090	27.01.2005	30,240	05.04.2005	29,975	09.06.2005	30,065	17.08.2005	29,440
23.11.2004	31,020	28.01.2005	30,225	06.04.2005	29,965	10.06.2005	30,000	18.08.2005	29,410
24.11.2004	31,035	31.01.2005	30,140	07.04.2005	29,955	13.06.2005	30,005	19.08.2005	29,405
25.11.2004	31,010	01.02.2005	30,025	08.04.2005	29,945	14.06.2005	30,045	22.08.2005	29,450
26.11.2004	30,995	02.02.2005	30,080	11.04.2005	29,905	15.06.2005	29,945	23.08.2005	29,660
29.11.2004	31,025	03.02.2005	30,065	12.04.2005	29,890	16.06.2005	29,940	24.08.2005	29,660
30.11.2004	30,990	04.02.2005	29,950	13.04.2005	29,915	17.06.2005	29,885	25.08.2005	29,700
01.12.2004	30,985	07.02.2005	29,950	14.04.2005	29,980	20.06.2005	29,985	26.08.2005	29,625
02.12.2004	30,895	08.02.2005	29,950	15.04.2005	30,085	21.06.2005	29,920	29.08.2005	29,615
03.12.2004	30,795	09.02.2005	29,955	18.04.2005	30,190	22.06.2005	29,860	30.08.2005	29,565
06.12.2004	30,795	10.02.2005	29,985	19.04.2005	30,400	23.06.2005	29,800	31.08.2005	29,565
07.12.2004	30,725	11.02.2005	30,070	20.04.2005	30,175	24.06.2005	29,925	01.09.2005	29,335
08.12.2004	30,885	14.02.2005	30,080	21.04.2005	30,190	27.06.2005	29,990	02.09.2005	29,285
09.12.2004	30,785	15.02.2005	30,085	22.04.2005	30,275	28.06.2005	30,035	05.09.2005	29,050
10.12.2004	30,865	16.02.2005	30,060	25.04.2005	30,345	29.06.2005	30,030	06.09.2005	29,140
13.12.2004	30,610	17.02.2005	30,000	26.04.2005	30,250	30.06.2005	30,030	07.09.2005	29,250
14.12.2004	30,610	18.02.2005	29,885	27.04.2005	30,220	01.07.2005	30,000	08.09.2005	29,165
15.12.2004	30,625	21.02.2005	29,930	28.04.2005	30,515	04.07.2005	30,010	09.09.2005	29,160
16.12.2004	30,620	22.02.2005	29,850	29.04.2005	30,500	07.07.2005	30,275	12.09.2005	29,195
17.12.2004	30,445	23.02.2005	29,950	02.05.2005	30,385	08.07.2005	30,240	13.09.2005	29,310
20.12.2004	30,455	24.02.2005	29,855	03.05.2005	30,320	11.07.2005	30,170	14.09.2005	29,240
21.12.2004	30,500	25.02.2005	29,725	04.05.2005	30,145	12.07.2005	30,210	15.09.2005	29,280
22.12.2004	30,565	28.02.2005	29,760	05.05.2005	29,960	13.07.2005	30,290	16.09.2005	29,080
23.12.2004	30,600	01.03.2005	29,630	06.05.2005	29,900	14.07.2005	30,245	19.09.2005	29,175
27.12.2004	30,540	02.03.2005	29,645	09.05.2005	29,840	15.07.2005	30,240	20.09.2005	29,350
28.12.2004	30,575	03.03.2005	29,580	10.05.2005	30,035	18.07.2005	30,160	21.09.2005	29,390
29.12.2004	30,490	04.03.2005	29,640	11.05.2005	30,010	19.07.2005	30,195	22.09.2005	29,440
30.12.2004	30,400	07.03.2005	29,550	12.05.2005	29,920	20.07.2005	30,220	23.09.2005	29,505
31.12.2004	30,465	08.03.2005	29,520	13.05.2005	29,985	21.07.2005	30,165	26.09.2005	29,520
03.01.2005	30,365	09.03.2005	29,335	16.05.2005	30,150	22.07.2005	30,205	27.09.2005	29,380
04.01.2005	30,385	10.03.2005	29,495	17.05.2005	30,275	25.07.2005	30,185	29.09.2005	29,610
05.01.2005	30,430	11.03.2005	29,475	18.05.2005	30,260	26.07.2005	30,245	30.09.2005	29,550
06.01.2005	30,440	14.03.2005	29,615	19.05.2005	30,215	27.07.2005	30,240	03.10.2005	29,610
07.01.2005	30,305	15.03.2005	29,625	20.05.2005	30,240	28.07.2005	30,185	04.10.2005	29,600
10.01.2005	30,250	16.03.2005	29,850	23.05.2005	30,355	29.07.2005	30,145	05.10.2005	29,590

## Příloha 1/4

Datum	Kurz	Datum	Kurz	Datum	Kurz	Datum	Kurz	Datum	Kurz
06.10.2005	29,745	14.12.2005	28,985	20.02.2006	28,410	27.04.2006	28,455	07.07.2006	28,475
07.10.2005	29,650	15.12.2005	28,950	21.02.2006	28,460	28.04.2006	28,430	10.07.2006	28,450
10.10.2005	29,570	16.12.2005	29,025	22.02.2006	28,550	02.05.2006	28,415	11.07.2006	28,430
11.10.2005	29,560	19.12.2005	28,955	23.02.2006	28,405	03.05.2006	28,275	12.07.2006	28,490
12.10.2005	29,565	20.12.2005	28,930	24.02.2006	28,360	04.05.2006	28,335	13.07.2006	28,515
13.10.2005	29,720	21.12.2005	28,960	27.02.2006	28,340	05.05.2006	28,290	14.07.2006	28,495
14.10.2005	29,690	22.12.2005	28,865	28.02.2006	28,325	09.05.2006	28,290	17.07.2006	28,445
17.10.2005	29,685	23.12.2005	28,930	01.03.2006	28,265	10.05.2006	28,275	18.07.2006	28,445
18.10.2005	29,780	27.12.2005	28,930	02.03.2006	28,330	11.05.2006	28,230	19.07.2006	28,455
19.10.2005	29,740	28.12.2005	28,920	03.03.2006	28,515	12.05.2006	28,260	20.07.2006	28,350
20.10.2005	29,750	29.12.2005	29,030	06.03.2006	28,545	15.05.2006	28,420	21.07.2006	28,415
21.10.2005	29,785	30.12.2005	29,005	07.03.2006	28,770	16.05.2006	28,310	24.07.2006	28,435
24.10.2005	29,765	02.01.2006	29,045	08.03.2006	28,805	17.05.2006	28,195	25.07.2006	28,365
25.10.2005	29,670	03.01.2006	28,990	09.03.2006	28,695	18.05.2006	28,375	26.07.2006	28,375
26.10.2005	29,790	04.01.2006	29,000	10.03.2006	28,780	19.05.2006	28,285	27.07.2006	28,400
27.10.2005	29,680	05.01.2006	28,945	13.03.2006	28,840	22.05.2006	28,290	28.07.2006	28,465
31.10.2005	29,600	06.01.2006	28,925	14.03.2006	28,800	23.05.2006	28,225	31.07.2006	28,530
01.11.2005	29,645	09.01.2006	28,825	15.03.2006	28,750	24.05.2006	28,215	01.08.2006	28,480
02.11.2005	29,545	10.01.2006	28,800	16.03.2006	28,750	25.05.2006	28,230	02.08.2006	28,490
03.11.2005	29,445	11.01.2006	28,750	17.03.2006	28,540	26.05.2006	28,175	03.08.2006	28,435
04.11.2005	29,360	12.01.2006	28,785	20.03.2006	28,590	29.05.2006	28,205	04.08.2006	28,360
07.11.2005	29,340	13.01.2006	28,840	21.03.2006	28,575	30.05.2006	28,200	07.08.2006	28,275
08.11.2005	29,245	16.01.2006	28,795	22.03.2006	28,675	31.05.2006	28,205	08.08.2006	28,245
09.11.2005	29,280	17.01.2006	28,825	23.03.2006	28,685	01.06.2006	28,255	09.08.2006	28,095
10.11.2005	29,370	18.01.2006	28,860	24.03.2006	28,700	02.06.2006	28,235	10.08.2006	28,055
11.11.2005	29,210	19.01.2006	28,735	27.03.2006	28,670	05.06.2006	28,340	11.08.2006	28,000
14.11.2005	29,245	20.01.2006	28,580	28.03.2006	28,730	06.06.2006	28,280	14.08.2006	28,110
15.11.2005	29,295	23.01.2006	28,605	29.03.2006	28,720	07.06.2006	28,195	15.08.2006	28,100
16.11.2005	29,265	24.01.2006	28,575	30.03.2006	28,615	08.06.2006	28,240	16.08.2006	28,085
18.11.2005	29,335	25.01.2006	28,410	31.03.2006	28,595	09.06.2006	28,225	17.08.2006	28,025
21.11.2005	29,245	26.01.2006	28,395	03.04.2006	28,425	12.06.2006	28,305	18.08.2006	28,080
22.11.2005	29,270	27.01.2006	28,385	04.04.2006	28,515	13.06.2006	28,335	21.08.2006	28,140
23.11.2005	29,240	30.01.2006	28,390	05.04.2006	28,565	14.06.2006	28,360	22.08.2006	28,165
24.11.2005	29,160	31.01.2006	28,410	06.04.2006	28,550	15.06.2006	28,320	23.08.2006	28,105
25.11.2005	29,090	01.02.2006	28,385	07.04.2006	28,510	16.06.2006	28,390	24.08.2006	28,190
28.11.2005	28,965	02.02.2006	28,515	10.04.2006	28,615	19.06.2006	28,525	25.08.2006	28,175
29.11.2005	29,005	03.02.2006	28,510	11.04.2006	28,550	20.06.2006	28,480	28.08.2006	28,165
30.11.2005	28,930	06.02.2006	28,340	12.04.2006	28,565	21.06.2006	28,560	29.08.2006	28,205
01.12.2005	28,955	07.02.2006	28,430	13.04.2006	28,645	22.06.2006	28,525	30.08.2006	28,250
02.12.2005	28,935	08.02.2006	28,475	14.04.2006	28,645	23.06.2006	28,500	31.08.2006	28,215
05.12.2005	28,945	09.02.2006	28,360	18.04.2006	28,565	26.06.2006	28,525	01.09.2006	28,235
06.12.2005	28,940	10.02.2006	28,260	19.04.2006	28,525	27.06.2006	28,460	04.09.2006	28,200
07.12.2005	28,990	13.02.2006	28,420	20.04.2006	28,460	28.06.2006	28,430	05.09.2006	28,195
08.12.2005	29,090	14.02.2006	28,500	21.04.2006	28,440	29.06.2006	28,500	06.09.2006	28,230
09.12.2005	29,035	15.02.2006	28,405	24.04.2006	28,385	30.06.2006	28,495	07.09.2006	28,285
12.12.2005	29,085	16.02.2006	28,360	25.04.2006	28,390	03.07.2006	28,470	08.09.2006	28,295
13.12.2005	29,005	17.02.2006	28,365	26.04.2006	28,415	04.07.2006	28,445	11.09.2006	28,340

## Příloha 1/5

Datum	Kurz	Datum	Kurz	Datum	Kurz	Datum	Kurz	Datum	Kurz
12.09.2006	28,425	20.11.2006	28,005	29.01.2007	28,215	04.04.2007	27,930	13.06.2007	28,520
13.09.2006	28,535	21.11.2006	27,950	30.01.2007	28,300	05.04.2007	27,945	14.06.2007	28,600
14.09.2006	28,465	22.11.2006	27,940	31.01.2007	28,160	06.04.2007	27,905	15.06.2007	28,585
15.09.2006	28,490	23.11.2006	27,945	01.02.2007	28,095	10.04.2007	27,955	18.06.2007	28,600
18.09.2006	28,430	24.11.2006	28,025	02.02.2007	28,200	11.04.2007	28,000	19.06.2007	28,595
19.09.2006	28,485	27.11.2006	28,040	05.02.2007	28,135	12.04.2007	27,965	20.06.2007	28,730
20.09.2006	28,435	28.11.2006	28,060	06.02.2007	28,125	13.04.2007	27,965	21.06.2007	28,605
21.09.2006	28,410	29.11.2006	27,990	07.02.2007	28,130	16.04.2007	27,965	22.06.2007	28,650
22.09.2006	28,480	30.11.2006	27,970	08.02.2007	28,210	17.04.2007	27,965	25.06.2007	28,720
25.09.2006	28,460	01.12.2006	27,945	09.02.2007	28,245	18.04.2007	27,995	26.06.2007	28,695
26.09.2006	28,455	04.12.2006	28,000	12.02.2007	28,300	19.04.2007	28,020	27.06.2007	28,640
27.09.2006	28,415	05.12.2006	28,015	13.02.2007	28,235	20.04.2007	28,035	28.06.2007	28,630
29.09.2006	28,330	06.12.2006	28,015	14.02.2007	28,265	23.04.2007	28,025	29.06.2007	28,715
02.10.2006	28,290	07.12.2006	27,970	15.02.2007	28,280	24.04.2007	28,065	02.07.2007	28,740
03.10.2006	28,225	08.12.2006	27,960	16.02.2007	28,250	25.04.2007	28,110	03.07.2007	28,775
04.10.2006	28,280	11.12.2006	27,900	19.02.2007	28,160	26.04.2007	28,115	04.07.2007	28,700
05.10.2006	28,210	12.12.2006	27,905	20.02.2007	28,105	27.04.2007	28,160	09.07.2007	28,675
06.10.2006	28,215	13.12.2006	27,880	21.02.2007	28,165	30.04.2007	28,125	10.07.2007	28,630
09.10.2006	28,195	14.12.2006	27,830	22.02.2007	28,235	02.05.2007	28,130	11.07.2007	28,475
10.10.2006	28,190	15.12.2006	27,760	23.02.2007	28,325	03.05.2007	28,140	12.07.2007	28,350
11.10.2006	28,205	18.12.2006	27,700	26.02.2007	28,400	04.05.2007	28,120	13.07.2007	28,315
12.10.2006	28,290	19.12.2006	27,745	27.02.2007	28,460	07.05.2007	28,165	16.07.2007	28,200
13.10.2006	28,255	20.12.2006	27,420	28.02.2007	28,300	09.05.2007	28,235	17.07.2007	28,275
16.10.2006	28,290	21.12.2006	27,525	01.03.2007	28,225	10.05.2007	28,255	18.07.2007	28,245
17.10.2006	28,330	22.12.2006	27,575	02.03.2007	28,160	11.05.2007	28,270	19.07.2007	28,275
18.10.2006	28,335	27.12.2006	27,585	05.03.2007	28,185	14.05.2007	28,290	20.07.2007	28,255
19.10.2006	28,360	28.12.2006	27,535	06.03.2007	28,175	15.05.2007	28,270	23.07.2007	28,190
20.10.2006	28,335	29.12.2006	27,495	07.03.2007	28,150	16.05.2007	28,235	24.07.2007	28,180
23.10.2006	28,325	02.01.2007	27,530	08.03.2007	28,140	17.05.2007	28,115	25.07.2007	28,115
24.10.2006	28,395	03.01.2007	27,460	09.03.2007	28,170	18.05.2007	28,200	26.07.2007	28,125
25.10.2006	28,380	04.01.2007	27,605	12.03.2007	28,225	21.05.2007	28,165	27.07.2007	28,025
26.10.2006	28,305	05.01.2007	27,635	13.03.2007	28,200	22.05.2007	28,185	30.07.2007	28,025
27.10.2006	28,405	08.01.2007	27,650	14.03.2007	28,150	23.05.2007	28,250	31.07.2007	28,035
30.10.2006	28,350	09.01.2007	27,600	15.03.2007	28,060	24.05.2007	28,250	01.08.2007	28,000
31.10.2006	28,220	10.01.2007	27,730	16.03.2007	27,865	25.05.2007	28,305	02.08.2007	28,010
01.11.2006	28,055	11.01.2007	27,775	19.03.2007	27,780	28.05.2007	28,325	03.08.2007	28,040
02.11.2006	28,060	12.01.2007	27,755	20.03.2007	27,810	29.05.2007	28,290	06.08.2007	28,065
03.11.2006	28,080	15.01.2007	27,765	21.03.2007	27,935	30.05.2007	28,340	07.08.2007	28,145
06.11.2006	27,930	16.01.2007	27,765	22.03.2007	27,985	31.05.2007	28,325	08.08.2007	28,180
07.11.2006	27,985	17.01.2007	27,870	23.03.2007	27,980	01.06.2007	28,285	09.08.2007	28,110
08.11.2006	28,020	18.01.2007	27,855	26.03.2007	27,935	04.06.2007	28,315	10.08.2007	28,050
09.11.2006	28,040	19.01.2007	27,765	27.03.2007	27,985	05.06.2007	28,400	13.08.2007	28,040
10.11.2006	28,195	22.01.2007	27,805	28.03.2007	28,075	06.06.2007	28,430	14.08.2007	27,975
13.11.2006	28,110	23.01.2007	27,905	29.03.2007	28,030	07.06.2007	28,410	15.08.2007	27,925
14.11.2006	28,065	24.01.2007	28,065	30.03.2007	28,000	08.06.2007	28,420	16.08.2007	27,505
15.11.2006	28,105	25.01.2007	28,150	02.04.2007	27,940	11.06.2007	28,445	17.08.2007	27,665
16.11.2006	28,065	26.01.2007	28,140	03.04.2007	28,010	12.06.2007	28,460	20.08.2007	27,700



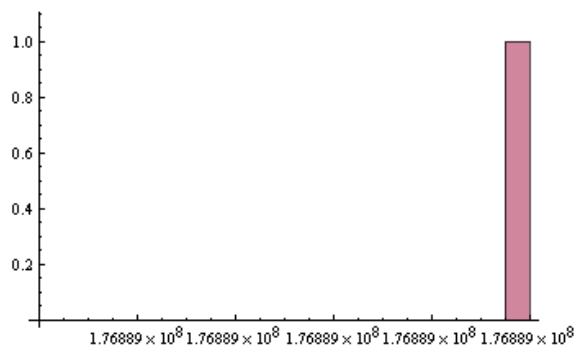
## Příloha 1/6

Datum	Kurz	Datum	Kurz	Datum	Kurz	Datum	Kurz	Datum	Kurz
21.08.2007	27,670	26.10.2007	26,960	07.01.2008	26,140	12.03.2008	25,065	21.05.2008	25,090
22.08.2007	27,745	29.10.2007	26,930	08.01.2008	26,125	13.03.2008	25,120	22.05.2008	25,145
23.08.2007	27,730	30.10.2007	26,865	09.01.2008	25,990	14.03.2008	25,035	23.05.2008	25,100
24.08.2007	27,695	31.10.2007	26,970	10.01.2008	25,855	17.03.2008	25,020	26.05.2008	25,085
27.08.2007	27,805	01.11.2007	27,025	11.01.2008	25,910	18.03.2008	25,255	27.05.2008	25,150
28.08.2007	27,715	02.11.2007	26,940	14.01.2008	25,870	19.03.2008	25,460	28.05.2008	25,230
29.08.2007	27,630	05.11.2007	26,970	15.01.2008	25,895	20.03.2008	25,495	29.05.2008	25,060
30.08.2007	27,600	06.11.2007	26,950	16.01.2008	26,050	21.03.2008	25,445	30.05.2008	25,090
31.08.2007	27,725	07.11.2007	26,930	17.01.2008	26,130	25.03.2008	25,455	02.06.2008	25,020
03.09.2007	27,665	08.11.2007	26,895	18.01.2008	26,125	26.03.2008	25,600	03.06.2008	24,840
04.09.2007	27,645	09.11.2007	26,730	21.01.2008	26,320	27.03.2008	25,380	04.06.2008	24,670
05.09.2007	27,635	12.11.2007	26,645	22.01.2008	26,205	28.03.2008	25,250	05.06.2008	24,570
06.09.2007	27,600	13.11.2007	26,690	23.01.2008	26,070	31.03.2008	25,335	06.06.2008	24,585
07.09.2007	27,625	14.11.2007	26,690	24.01.2008	25,980	01.04.2008	25,185	09.06.2008	24,655
10.09.2007	27,595	15.11.2007	26,620	25.01.2008	25,910	02.04.2008	25,070	10.06.2008	24,430
11.09.2007	27,625	16.11.2007	26,660	28.01.2008	25,890	03.04.2008	24,955	11.06.2008	24,385
12.09.2007	27,515	19.11.2007	26,695	29.01.2008	25,905	04.04.2008	25,045	12.06.2008	24,320
13.09.2007	27,480	20.11.2007	26,690	30.01.2008	26,020	07.04.2008	25,020	13.06.2008	24,195
14.09.2007	27,510	21.11.2007	26,775	31.01.2008	26,070	08.04.2008	24,985	16.06.2008	24,210
17.09.2007	27,500	22.11.2007	26,765	01.02.2008	25,865	09.04.2008	25,105	17.06.2008	24,195
18.09.2007	27,495	23.11.2007	26,755	04.02.2008	25,750	10.04.2008	25,145	18.06.2008	24,000
19.09.2007	27,675	26.11.2007	26,760	05.02.2008	25,670	11.04.2008	25,015	19.06.2008	24,110
20.09.2007	27,485	27.11.2007	26,760	06.02.2008	25,625	14.04.2008	24,940	20.06.2008	24,165
21.09.2007	27,520	28.11.2007	26,490	07.02.2008	25,625	15.04.2008	24,820	23.06.2008	24,125
24.09.2007	27,570	29.11.2007	26,380	08.02.2008	25,660	16.04.2008	24,850	24.06.2008	24,075
25.09.2007	27,555	30.11.2007	26,260	11.02.2008	25,650	17.04.2008	24,980	25.06.2008	24,070
26.09.2007	27,590	03.12.2007	26,240	12.02.2008	25,610	18.04.2008	25,120	26.06.2008	24,085
27.09.2007	27,605	04.12.2007	26,290	13.02.2008	25,480	21.04.2008	25,090	27.06.2008	24,000
01.10.2007	27,540	05.12.2007	26,230	14.02.2008	25,340	22.04.2008	25,060	30.06.2008	23,895
02.10.2007	27,495	06.12.2007	26,120	15.02.2008	25,225	23.04.2008	25,070	01.07.2008	23,825
03.10.2007	27,590	07.12.2007	26,160	18.02.2008	25,235	24.04.2008	25,130	02.07.2008	23,865
04.10.2007	27,530	10.12.2007	26,000	19.02.2008	25,315	25.04.2008	25,255	03.07.2008	23,815
05.10.2007	27,530	11.12.2007	26,040	20.02.2008	25,305	28.04.2008	25,165	04.07.2008	23,695
08.10.2007	27,515	12.12.2007	26,040	21.02.2008	25,090	29.04.2008	25,250	07.07.2008	23,550
09.10.2007	27,485	13.12.2007	26,245	22.02.2008	25,040	30.04.2008	25,210	08.07.2008	23,605
10.10.2007	27,480	14.12.2007	26,410	25.02.2008	24,990	02.05.2008	25,260	09.07.2008	23,490
11.10.2007	27,470	17.12.2007	26,370	26.02.2008	25,020	05.05.2008	25,230	10.07.2008	23,465
12.10.2007	27,480	18.12.2007	26,350	27.02.2008	25,045	06.05.2008	25,175	11.07.2008	23,515
15.10.2007	27,520	19.12.2007	26,300	28.02.2008	25,145	07.05.2008	25,140	14.07.2008	23,305
16.10.2007	27,525	20.12.2007	26,360	29.02.2008	25,220	09.05.2008	25,145	15.07.2008	23,375
17.10.2007	27,450	21.12.2007	26,445	03.03.2008	25,070	12.05.2008	24,950	16.07.2008	23,220
18.10.2007	27,455	27.12.2007	26,605	04.03.2008	24,915	13.05.2008	24,935	17.07.2008	23,140
19.10.2007	27,240	28.12.2007	26,580	05.03.2008	25,050	14.05.2008	25,025	18.07.2008	23,065
22.10.2007	27,210	31.12.2007	26,620	06.03.2008	25,130	15.05.2008	25,040	21.07.2008	22,970
23.10.2007	27,190	02.01.2008	26,360	07.03.2008	25,160	16.05.2008	24,975	22.07.2008	23,015
24.10.2007	27,185	03.01.2008	26,170	10.03.2008	25,040	19.05.2008	25,060	23.07.2008	23,760
25.10.2007	27,115	04.01.2008	26,130	11.03.2008	25,130	20.05.2008	25,070	24.07.2008	23,585

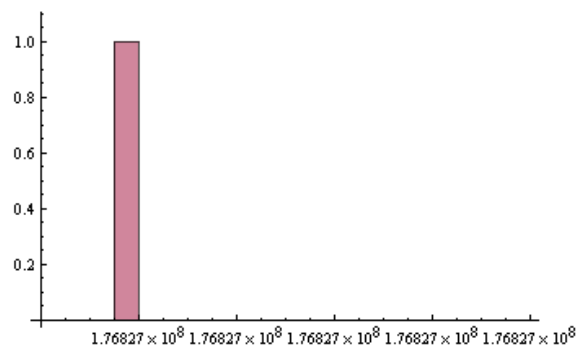
## Příloha 1/7

Datum	Kurz	Datum	Kurz
25.07.2008	23,595	19.09.2008	24,250
28.07.2008	23,695	22.09.2008	24,075
29.07.2008	23,720	23.09.2008	24,140
30.07.2008	23,940	24.09.2008	24,350
31.07.2008	23,950	25.09.2008	24,430
01.08.2008	24,000	26.09.2008	24,425
04.08.2008	23,990	29.09.2008	24,605
05.08.2008	23,925	30.09.2008	24,665
06.08.2008	23,980	01.10.2008	24,510
07.08.2008	24,110	02.10.2008	24,750
08.08.2008	24,210	03.10.2008	24,790
11.08.2008	24,095	06.10.2008	24,675
12.08.2008	23,955	07.10.2008	24,475
13.08.2008	23,940	08.10.2008	24,550
14.08.2008	24,345	09.10.2008	24,680
15.08.2008	24,485	10.10.2008	24,935
18.08.2008	24,520	13.10.2008	24,655
19.08.2008	24,395	14.10.2008	24,610
20.08.2008	24,410	15.10.2008	24,760
21.08.2008	24,380	16.10.2008	24,820
22.08.2008	24,370	17.10.2008	25,230
25.08.2008	24,400	20.10.2008	25,000
26.08.2008	24,525	21.10.2008	25,315
27.08.2008	24,535	22.10.2008	25,485
28.08.2008	24,700	23.10.2008	25,800
29.08.2008	24,735	24.10.2008	25,000
01.09.2008	24,800	27.10.2008	24,680
02.09.2008	24,850	29.10.2008	23,875
03.09.2008	24,800	30.10.2008	24,480
04.09.2008	24,785	31.10.2008	24,230
05.09.2008	24,815	03.11.2008	24,290
08.09.2008	24,940	04.11.2008	24,160
09.09.2008	24,770	05.11.2008	24,310
10.09.2008	24,850	06.11.2008	24,890
11.09.2008	24,630	07.11.2008	25,110
12.09.2008	24,430	10.11.2008	25,270
15.09.2008	24,300	11.11.2008	25,340
16.09.2008	24,070	12.11.2008	25,415
17.09.2008	23,990	13.11.2008	25,280
18.09.2008	23,965	14.11.2008	25,365

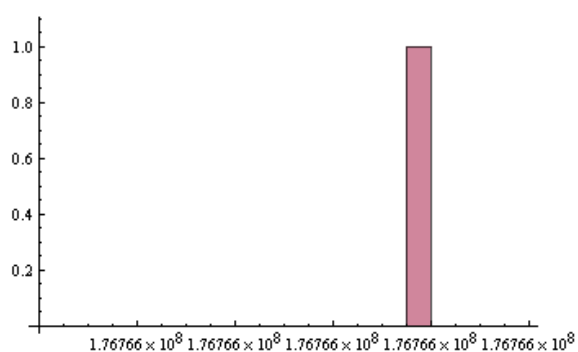
**Efekty z forwardu za období říjen 2009 – září 2010**



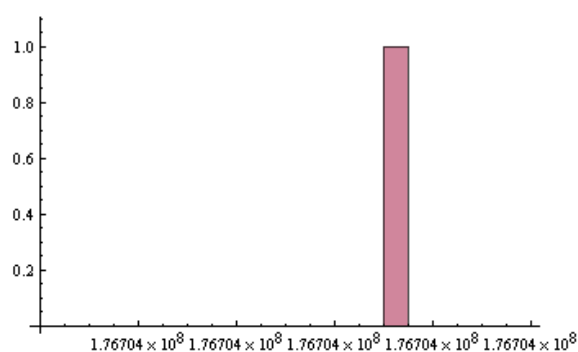
**Efekt k 30.10.2009**



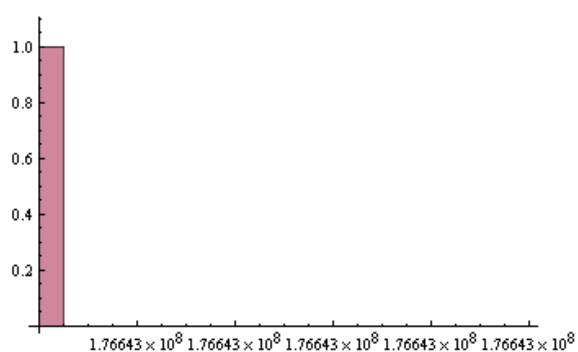
**Efekt k 30.11.2009**



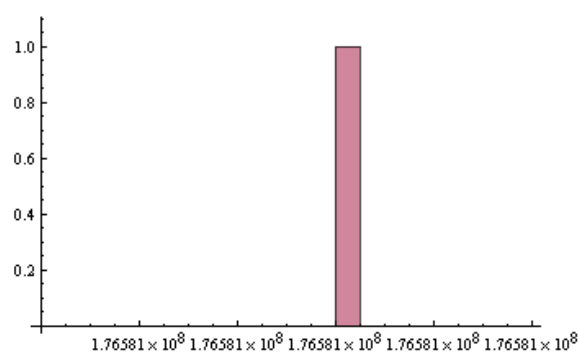
**Efekt k 30.12.2009**



**Efekt k 29.01.2010**

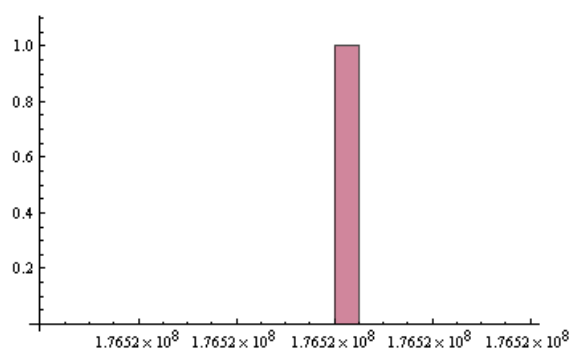


**Efekt k 26.02.2010**

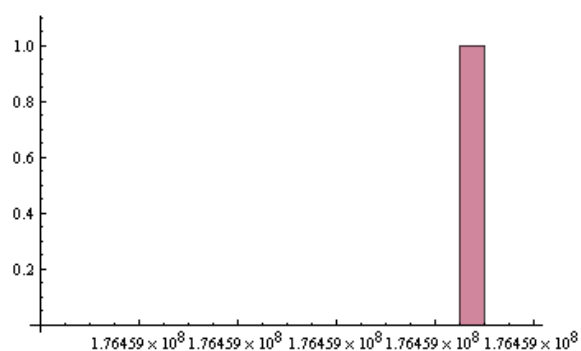


**Efekt k 31.03.2010**

## Příloha 2/2



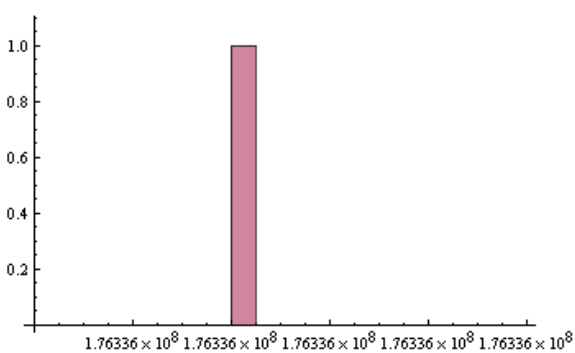
**Efekt 30.04.2010**



**Efekt k 31.05.2010**



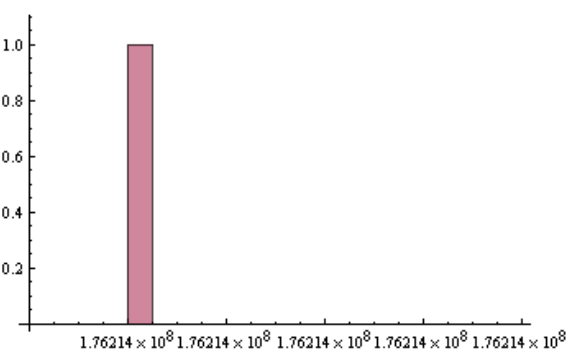
**Efekt k 30.06.2010**



**Efekt k 30.07.2010**

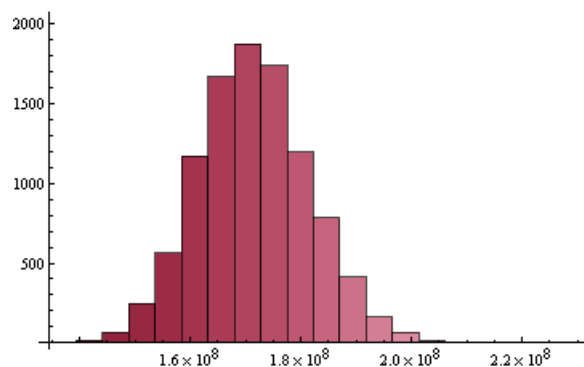


**Efekt k 31.08.2010**

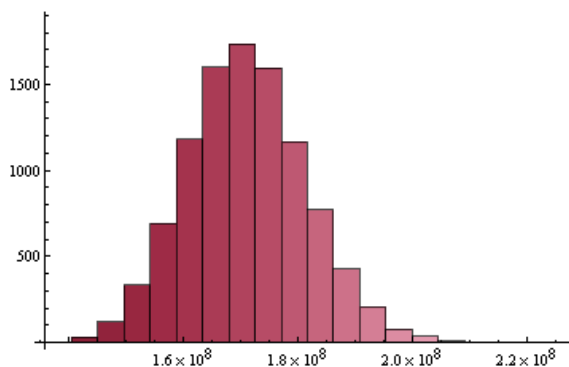


**Efekt k 30.09.2010**

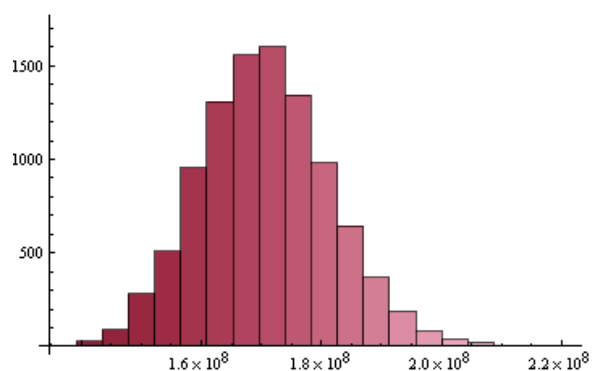
**Efekty z pasivní strategie za období říjen 2009 – září 2010**



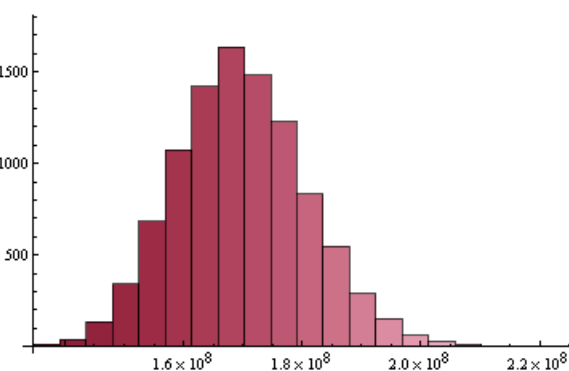
**Efekt k 30.10.2009**



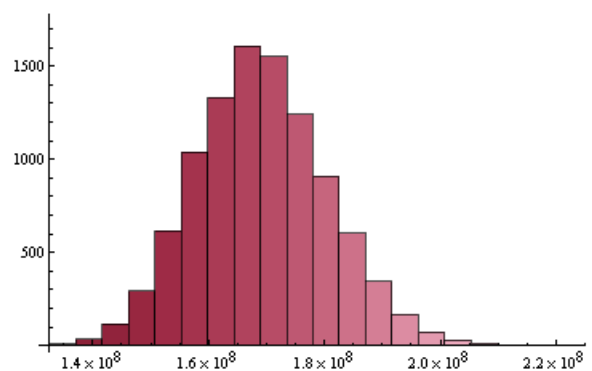
**Efekt k 30.11.2009**



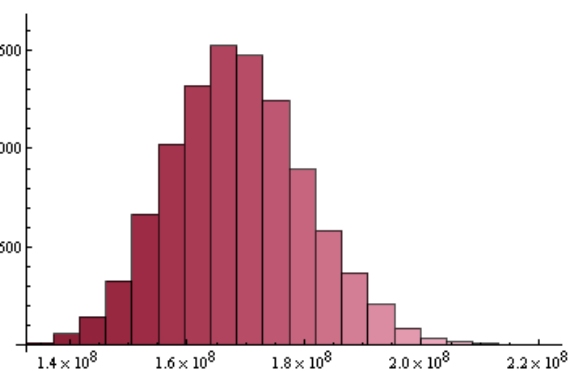
**Efekt k 30.12.2009**



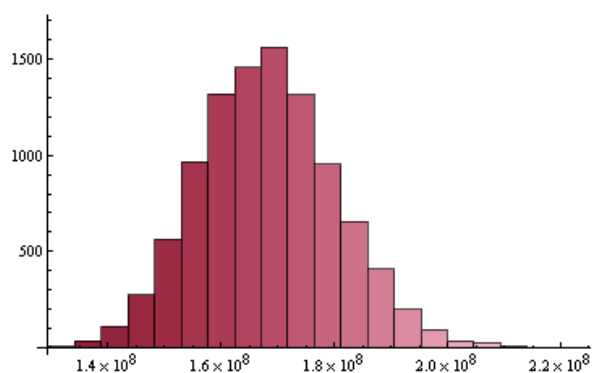
**Efekt k 29.01.2010**



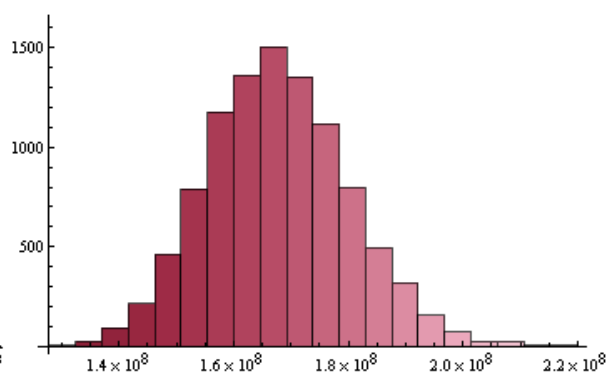
**Efekt k 26.02.2010**



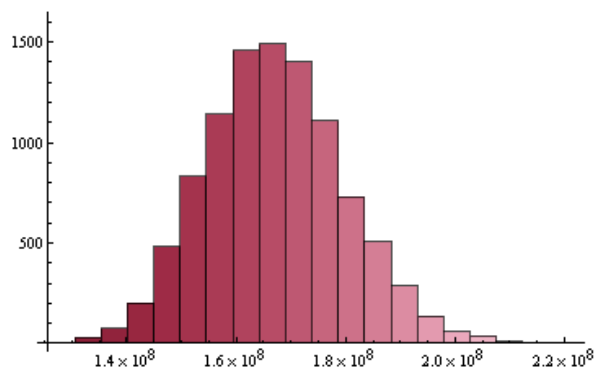
**Efekt k 31.03.2010**



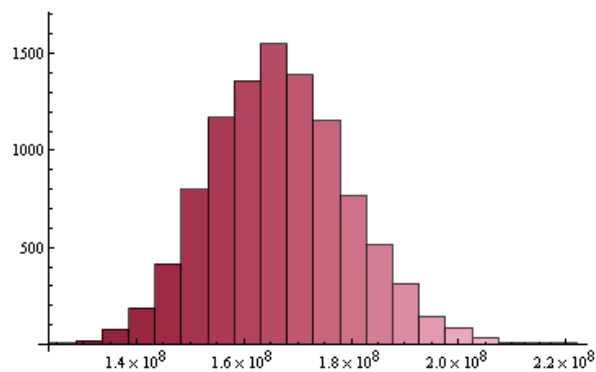
**Efekt 30.04.2010**



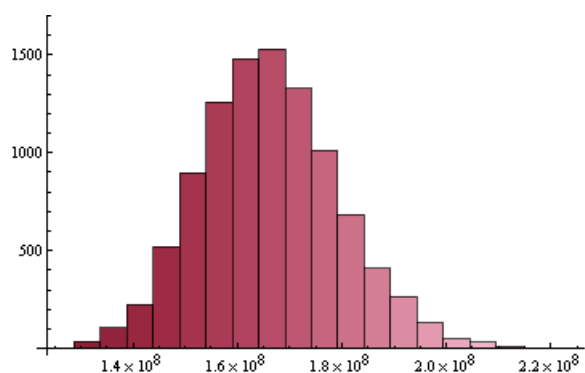
**Efekt k 31.05.2010**



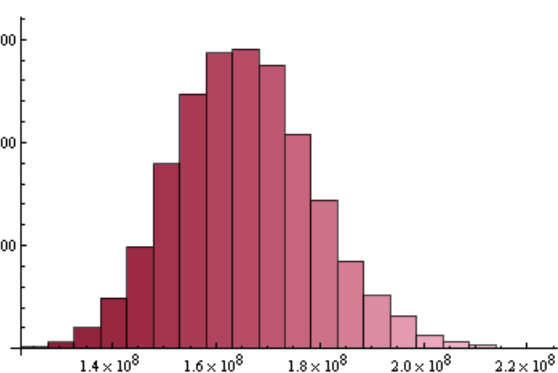
**Efekt k 30.06.2010**



**Efekt k 30.07.2010**

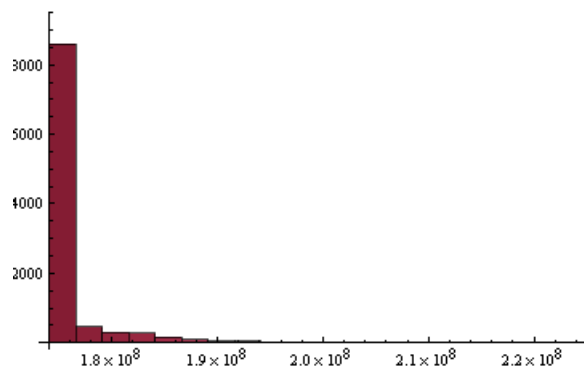


**Efekt k 31.08.2010**

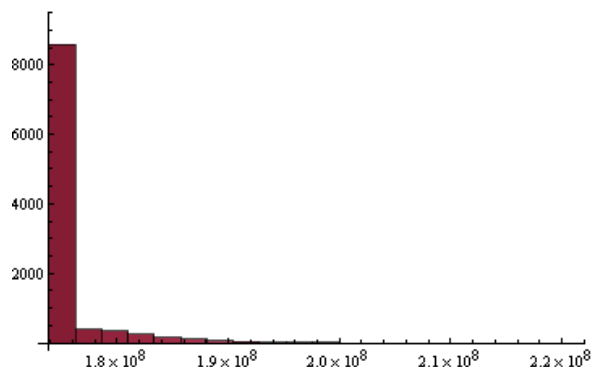


**Efekt k 30.09.2010**

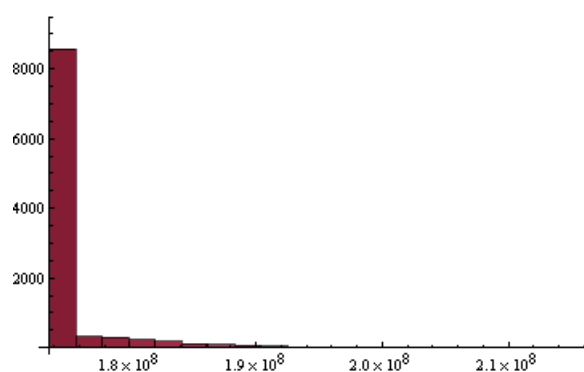
**Efekty z put opce za období říjen 2009 – září 2010**



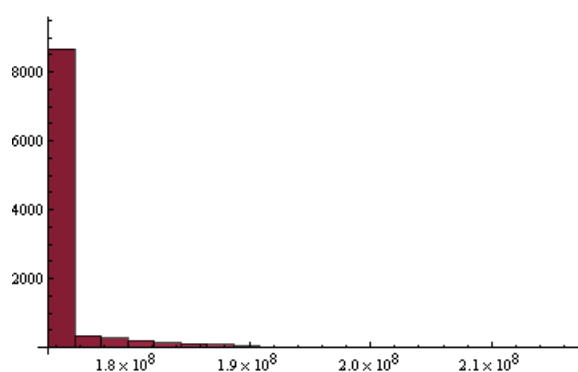
**Efekt k 30.10.2009**



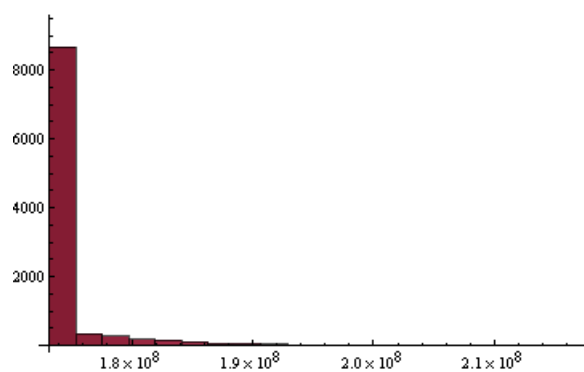
**Efekt k 30.11.2009**



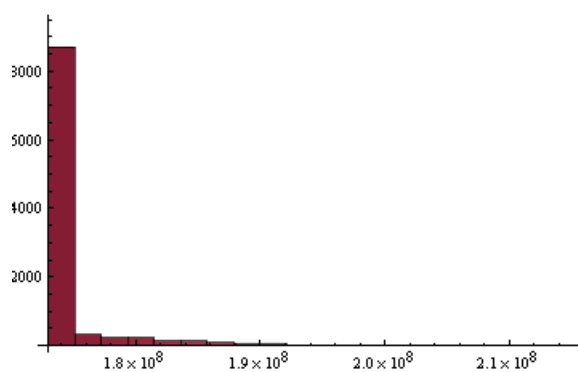
**Efekt k 30.12.2009**



**Efekt k 29.01.2010**

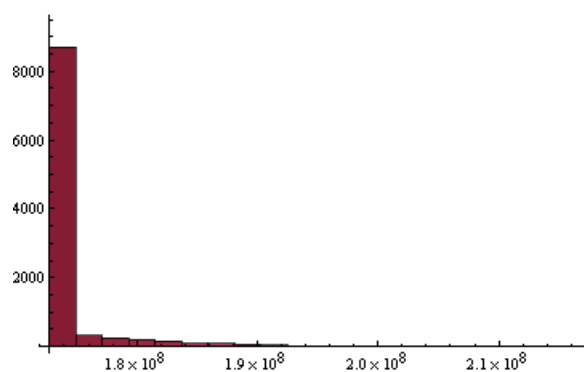


**Efekt k 26.02.2010**

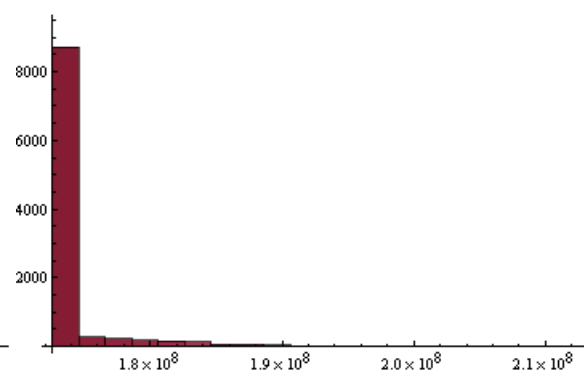


**Efekt k 31.03.2010**

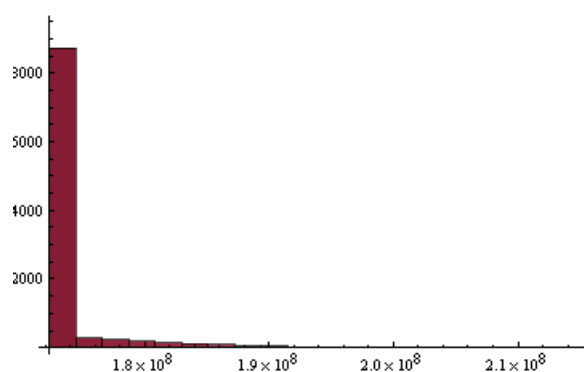
## Příloha 4/2



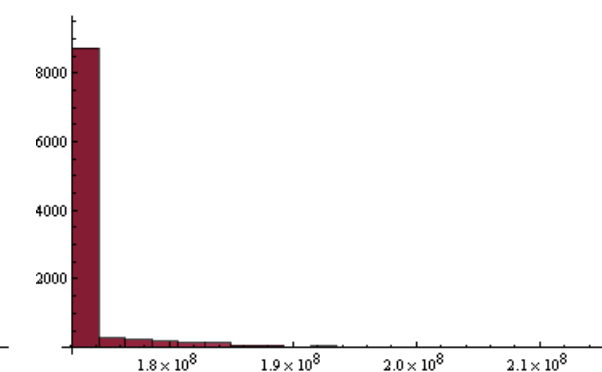
**Efekt 30.04.2010**



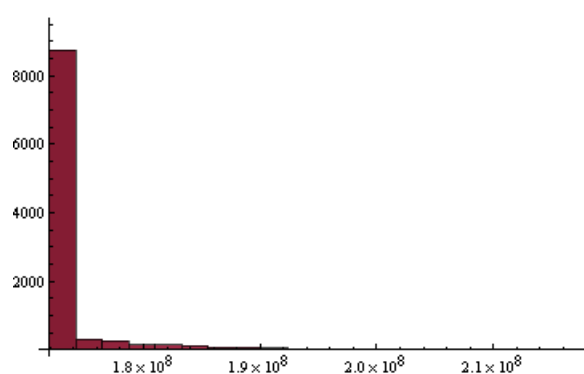
**Efekt k 31.05.2010**



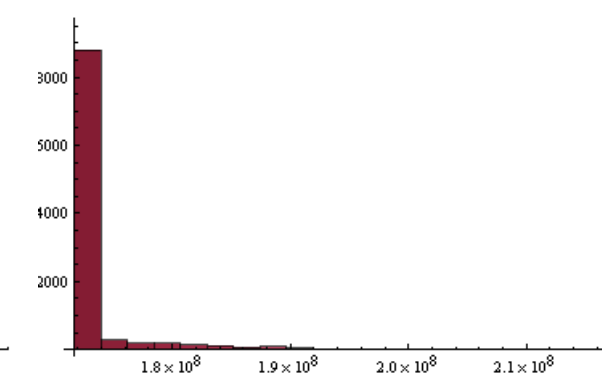
**Efekt k 30.06.2010**



**Efekt k 30.07.2010**



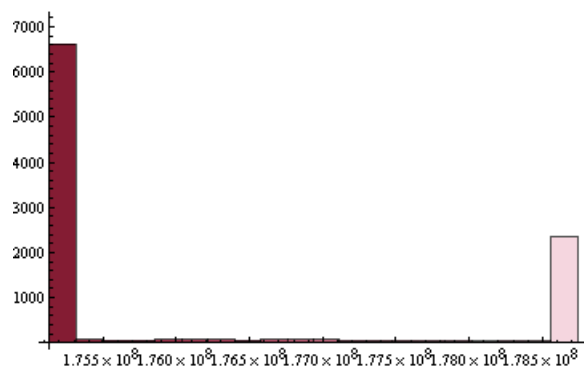
**Efekt k 31.08.2010**



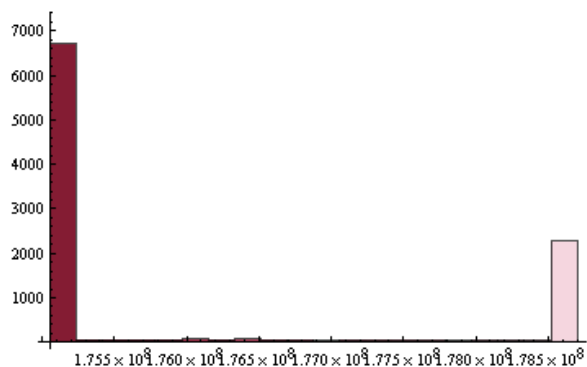
**Efekt k 30.09.2010**



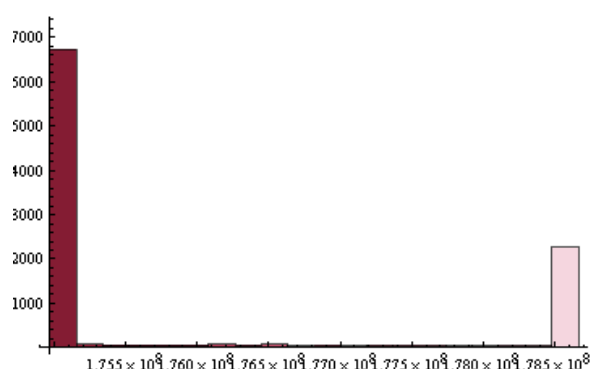
**Efekty z short range forwardu za období říjen 2009 – září 2010**



**Efekt k 30.10.2009**



**Efekt k 30.11.2009**



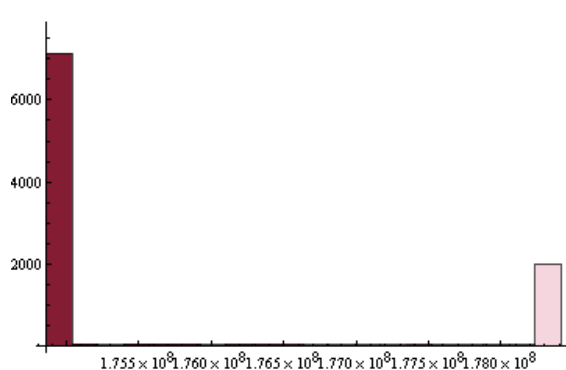
**Efekt k 30.12.2009**



**Efekt k 29.01.2010**

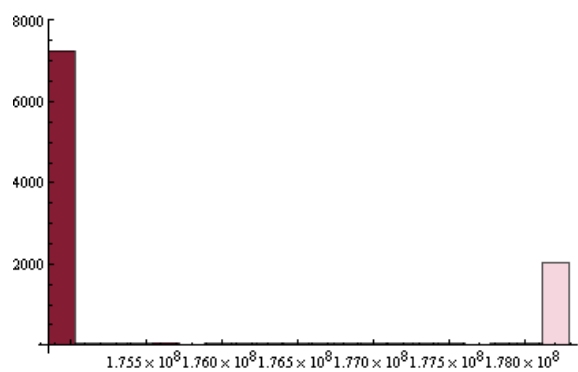


**Efekt k 26.02.2010**

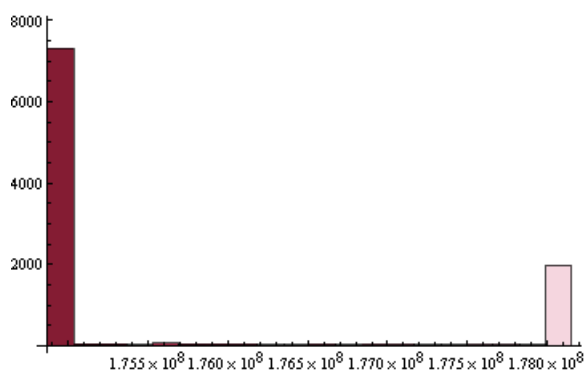


**Efekt k 31.03.2010**

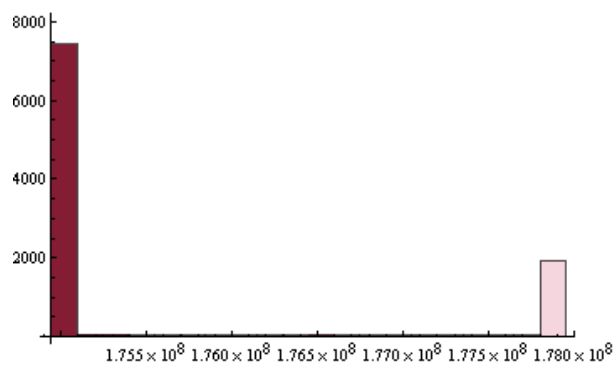
## Příloha 5/2



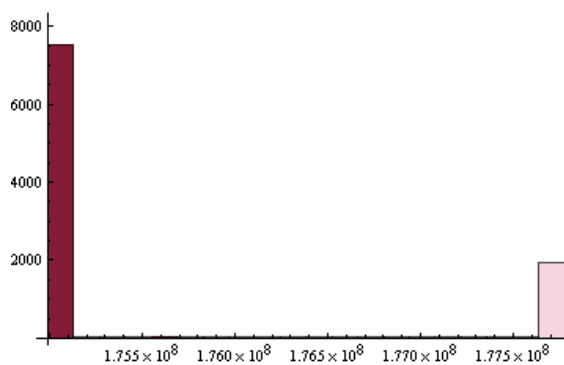
**Efekt 30.04.2010**



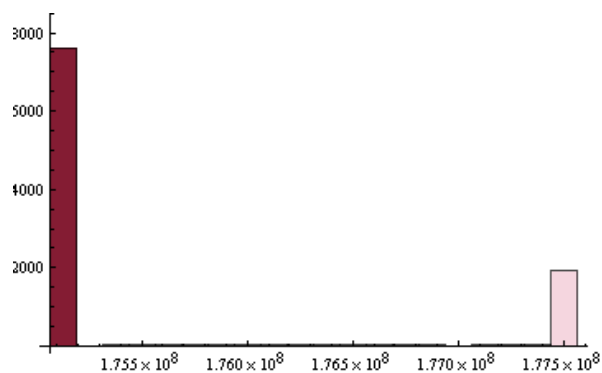
**Efekt k 31.05.2010**



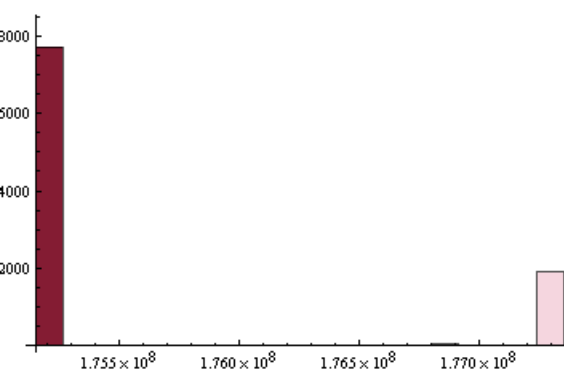
**Efekt k 30.06.2010**



**Efekt k 30.07.2010**

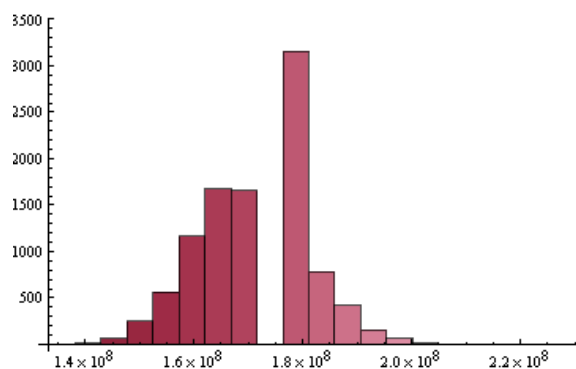


**Efekt k 31.08.2010**

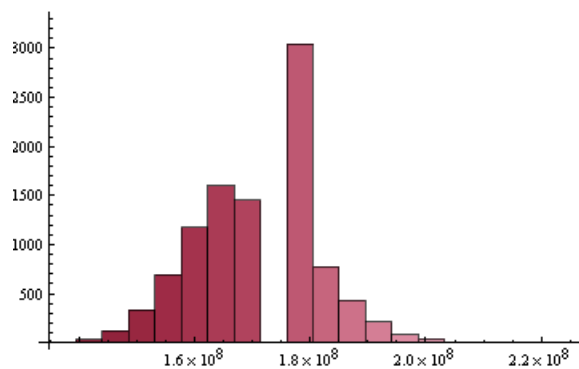


**Efekt k 30.09.2010**

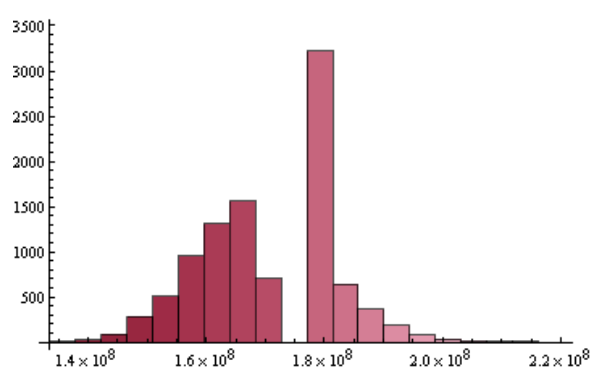
**Efekty z quantile hedgingu při 20% kapitálu za období říjen 2009 – září 2010**



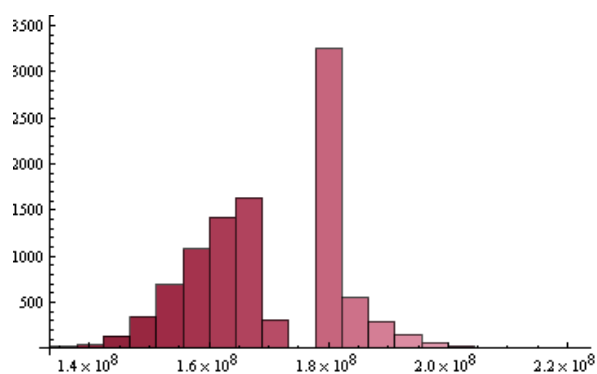
**Efekt k 30.10.2009**



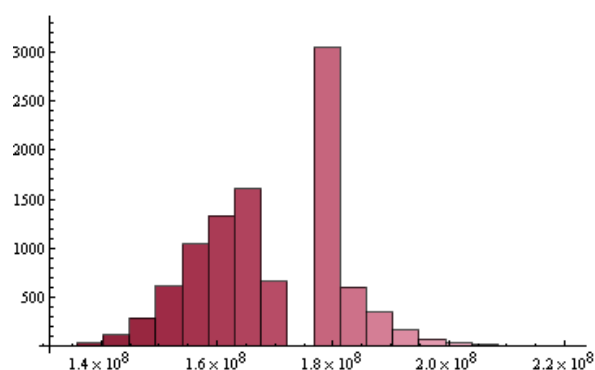
**Efekt k 30.11.2009**



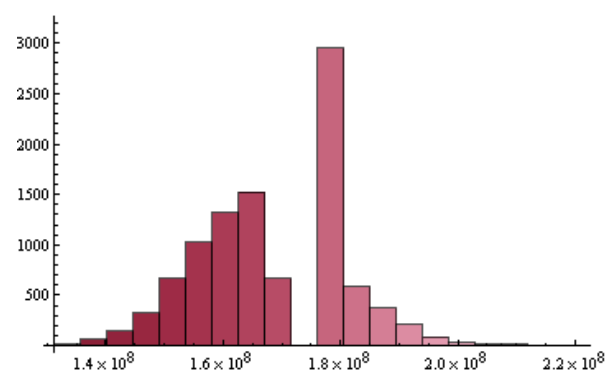
**Efekt k 30.12.2009**



**Efekt k 29.01.2010**

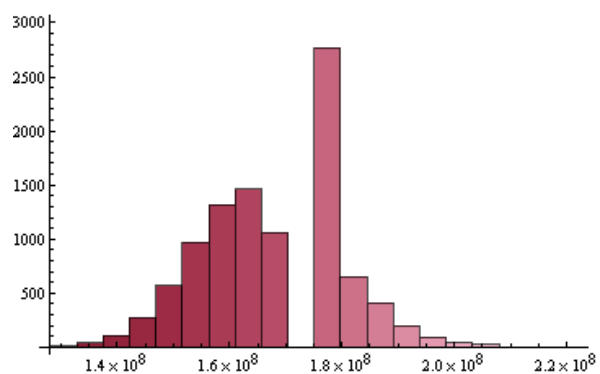


**Efekt k 26.02.2010**

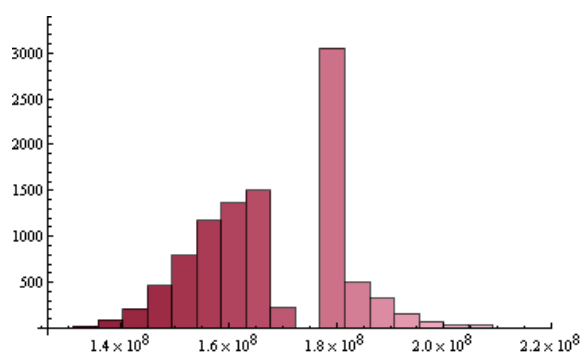


**Efekt k 31.03.2010**

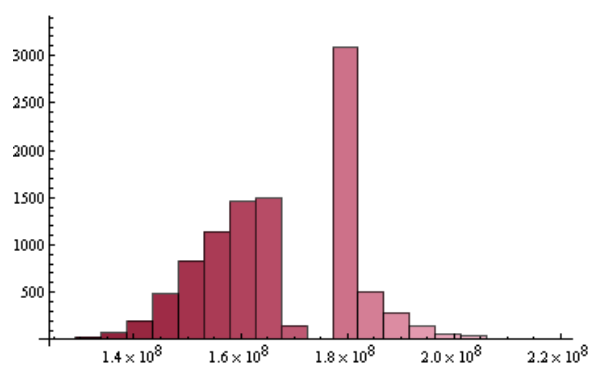
## Příloha 6/2



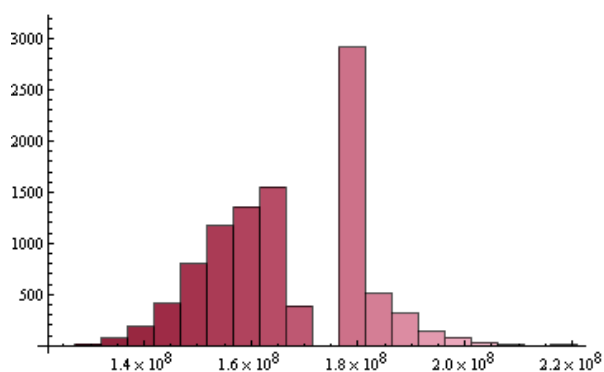
**Efekt 30.04.2010**



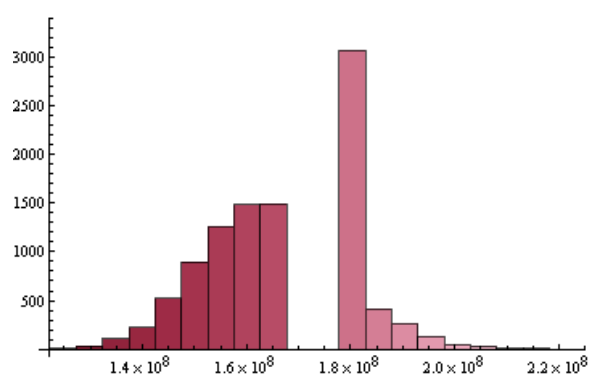
**Efekt k 31.05.2010**



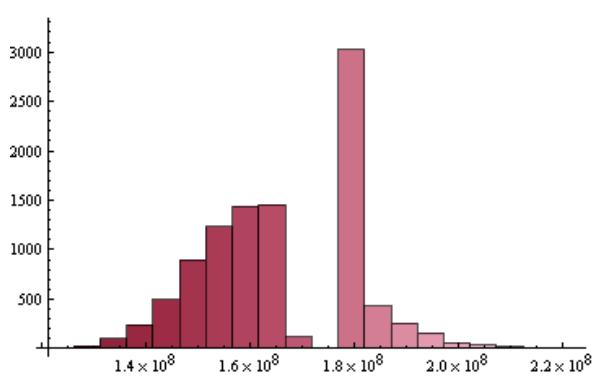
**Efekt k 30.06.2010**



**Efekt k 30.07.2010**

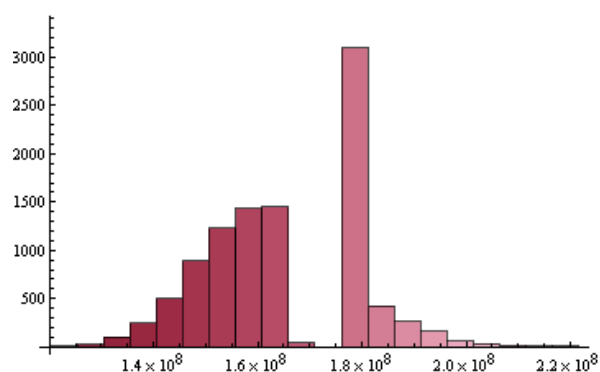


**Efekt k 31.08.2010**

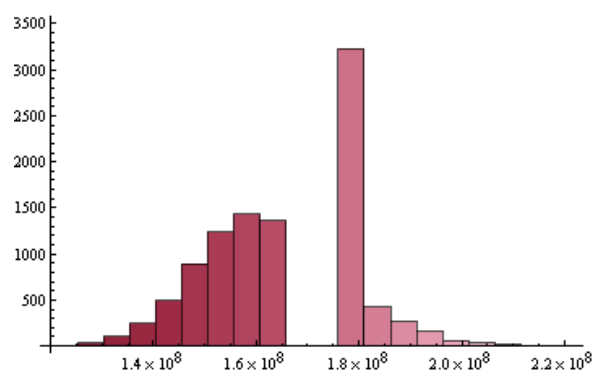


**Efekt k 30.09.2010**

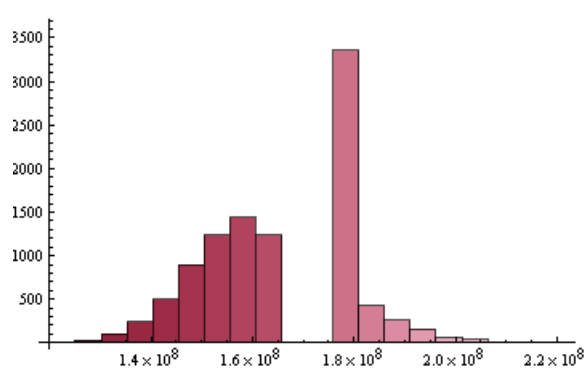
**Efekty z quantile hedgingu při 40% kapitálu za období říjen 2009 – září 2010**



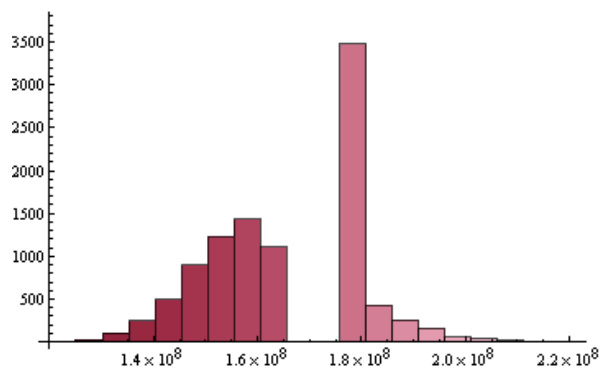
**Efekt k 30.10.2009**



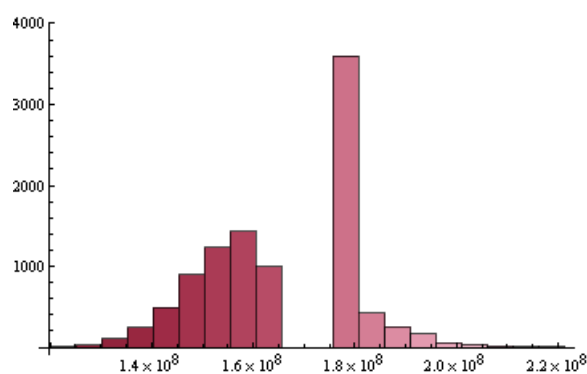
**Efekt k 30.11.2009**



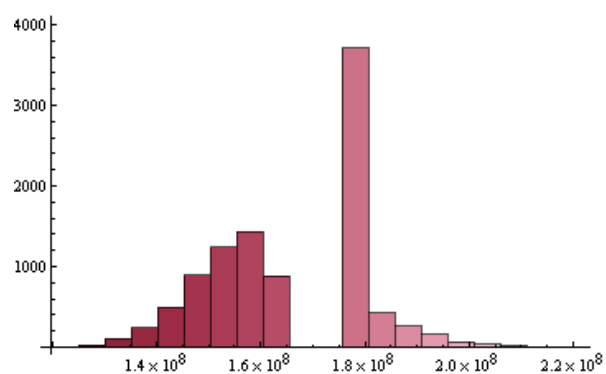
**Efekt k 30.12.2009**



**Efekt k 29.01.2010**

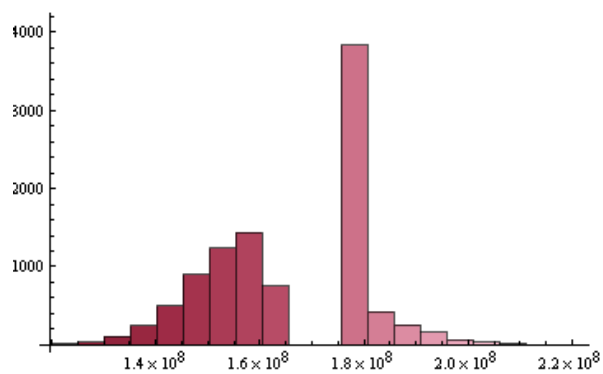


**Efekt k 26.02.2010**

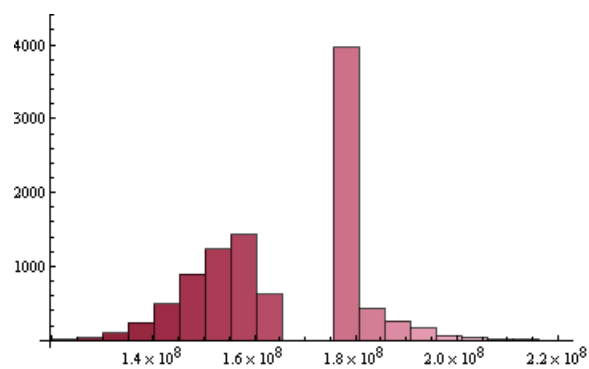


**Efekt k 31.03.2010**

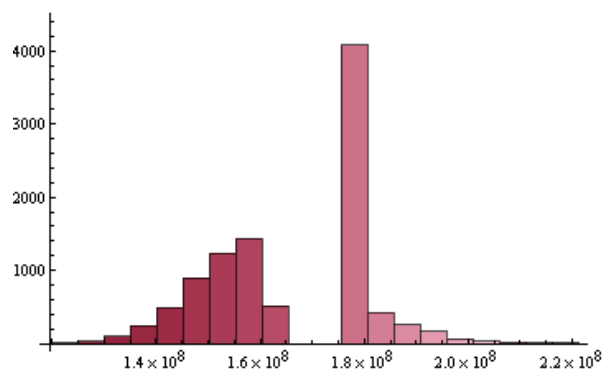
## Příloha 7/2



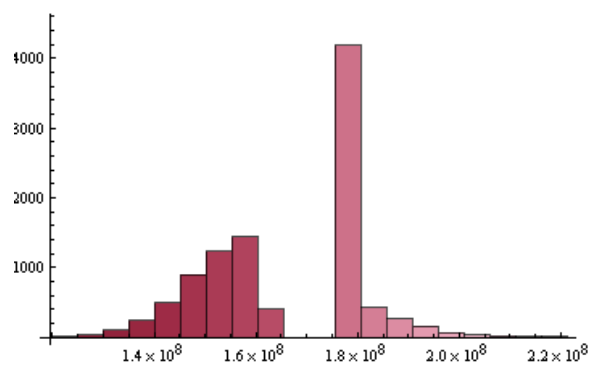
**Efekt 30.04.2010**



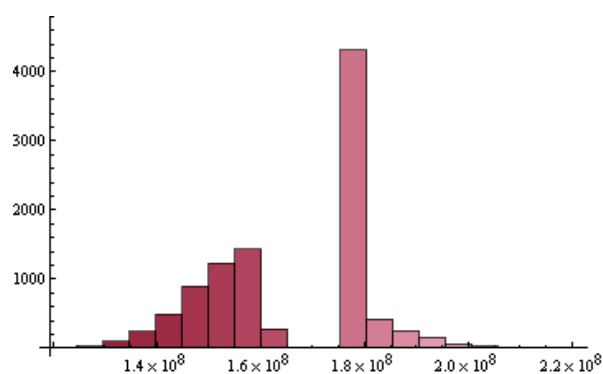
**Efekt k 31.05.2010**



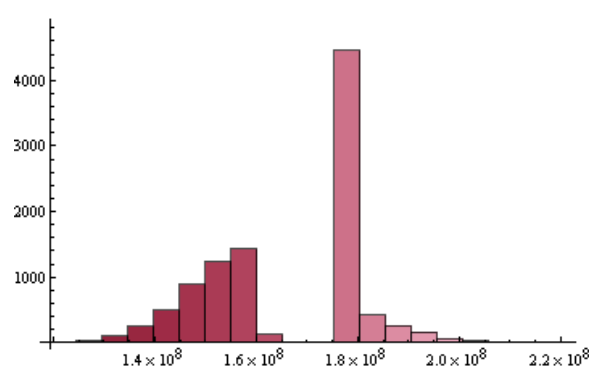
**Efekt k 30.06.2010**



**Efekt k 30.07.2010**

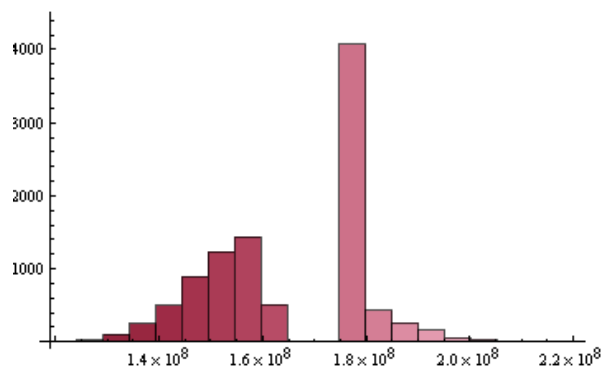


**Efekt k 31.08.2010**

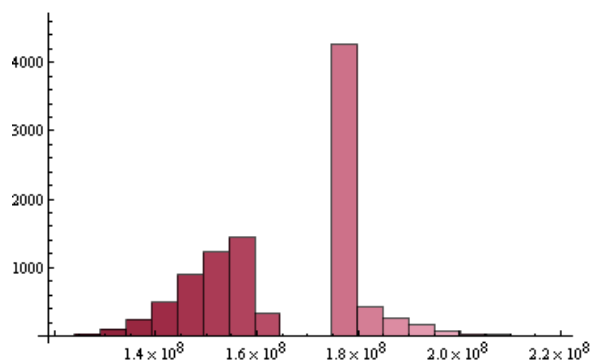


**Efekt k 30.09.2010**

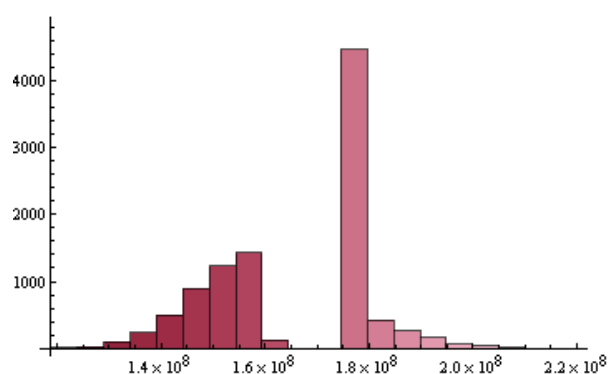
**Efekty z quantile hedgingu při 60% kapitálu za období říjen 2009 – září 2010**



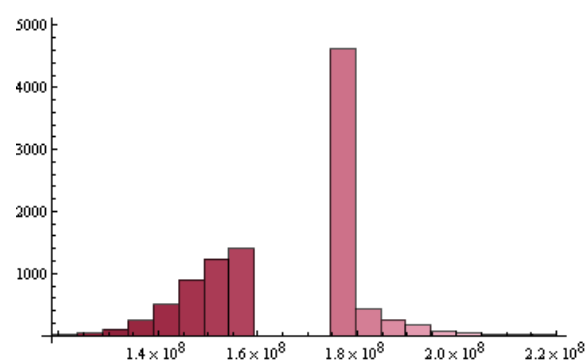
**Efekt k 30.10.2009**



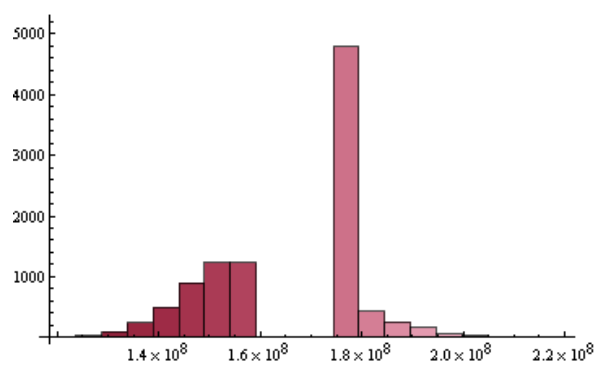
**Efekt k 30.11.2009**



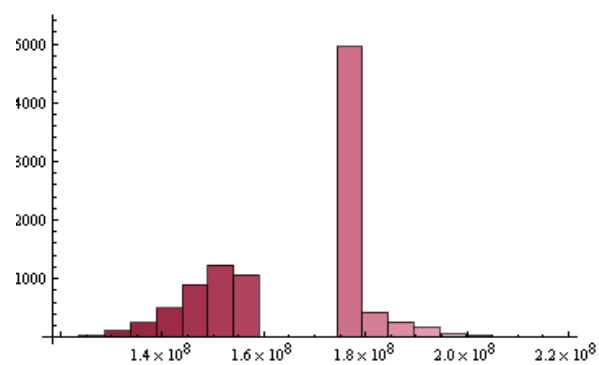
**Efekt k 30.12.2009**



**Efekt k 29.01.2010**

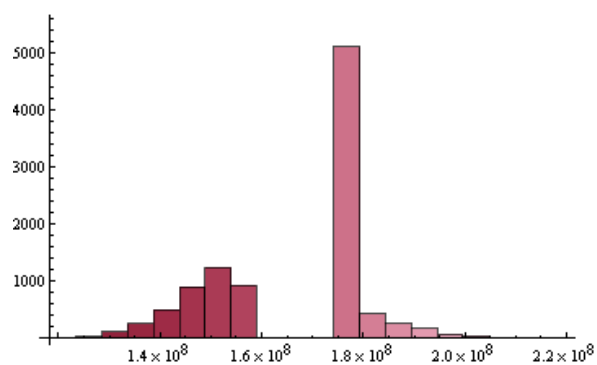


**Efekt k 26.02.2010**

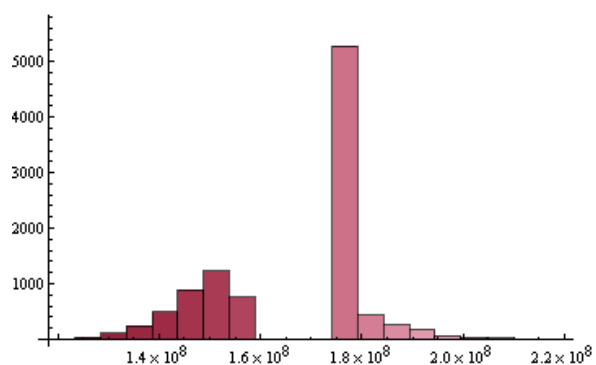


**Efekt k 31.03.2010**

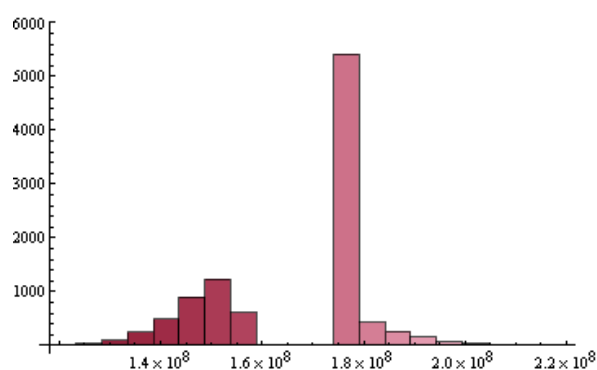
## Příloha 8/2



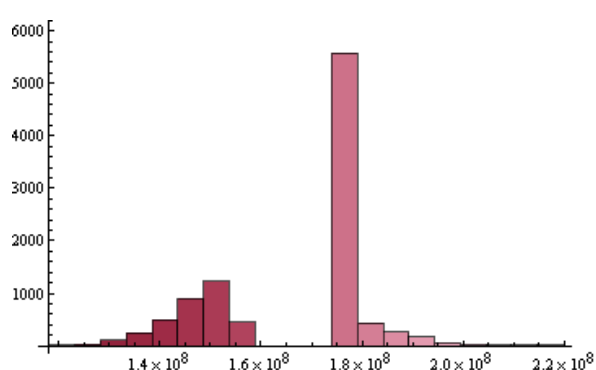
**Efekt 30.04.2010**



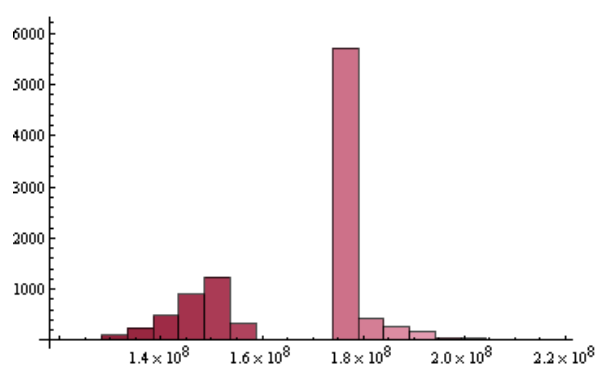
**Efekt k 31.05.2010**



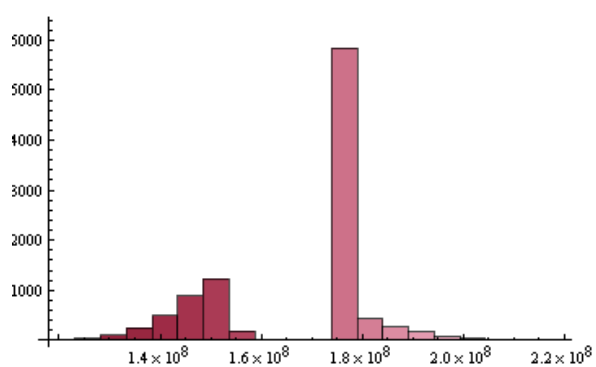
**Efekt k 30.06.2010**



**Efekt k 30.07.2010**



**Efekt k 31.08.2010**



**Efekt k 30.09.2010**